

HARTIARENGASTA STABILOIVIA LIHAKSIA AKTIVOIVIA HARJOITTEITA FLEXI-BARIN AVULLA

perustuen kirjallisuuskatsaukseen värinäharjoittelusta
ja EMG-mittaukseen



Fysioterapian koulutusohjelma
Fysioterapeutti
Opinnäytetyö
27.11.2007

Jenni Blomqvist
Riikka Holopainen

Koulutusohjelma		Suuntautumisvaihtoehto	
Fysioterapia		Fysioterapia	
Tekijä/Tekijät			
Blomqvist, Jenni - Holopainen, Riikka			
Työn nimi			
Hartiarengasta stabiloivia lihaksia aktivoivia harjoitteita Flexi-Barin avulla perustuen kirjallisuuskatsaukseen värinäharjoittelusta ja EMG-mittaukseen			
Työn laji	Aika	Sivumäärä	
Opinnäytetyö	Syksy 2007	46+1 liite	
TIIVISTELMÄ			
<p>Olkapään ongelmat ovat todella yleisiä ja niiden hoito usein haastavaa. Olkapään ongelmiin liittyy usein häiriöitä proprioseptiikassa sekä lapaluuta tukevien lihasten heikkoutta, mikä estää olkaniveltä toimimasta normaalisti. Flexi-Bar on aktiiviseen värähtelyn tuottoon perustuva harjoitusväline, jonka avulla on saatu lupaavia käytännön kokemuksia esimerkiksi olkapääleikkauksen jälkeisestä kuntoutuksesta, mutta tieteellinen näyttö aihepiiristä puuttuu vielä. Värinäharjoittelua on tutkittu lähinnä kokovartalovärähtelyn osalta ja paljon suuremmilla taajuuksilla, kuin Flexi-Bar-harjoittelussa käytetään.</p> <p>Aktiivisen värähtelyntuoton oletetaan vaikuttavan samantapaisesti kuin kokovartalovärähtelyn, mutta tutkimustieto aiheesta on vähäistä. Lihasten EMG-aktiivisuutta aktiiviseen värähtelyn tuottoon perustuvilla välineillä harjoiteltaessa on mitattu, ja harjoittelun vaikutusta lihasvoimaan ja proprioseptiikkaan on tutkittu lähinnä hartiarenkaan ja keskivartalon osalta.</p> <p>EMG-mittauksissa aktiivinen värinäharjoittelu aktivoi hartiarenkaan stabiliteetista vastaavia lihaksia jopa perinteisiä harjoitusmenetelmiä paremmin. Vaikka harjoittelu aktivoi tehokkaasti lihaksia, on hämärän peitossa se miten se vaikuttaa lihasvoimaan pidemmällä aikavälillä on hämärän peitossa. Useiden tutkimusten mukaan värinäharjoittelulla pystytään vaikuttamaan olkanivelen proprioseptiikkaan, mikä on myös tärkeä osa stabiliteettia. Tutkimukset ovat olleet pieniä ja tulokset usein ristiriitaisia. Aiheen tarkemmalle tutkimiselle on ehdottomasti tarvetta.</p> <p>Työmme tarkoituksena oli tuoda esille taustatietoa Flexi-Barista ja vastaavanlaisista harjoitusvälineistä. Suomessa Flexi-Bar on vielä uusi asia fysioterapiassa, joten halusimme tehdä menetelmää tutummaksi, jotta tulevaisuudessa kun tutkimustieto aiheesta mahdollisesti lisääntyy, olisi väline jo tuttu ja se voitaisiin ottaa käyttöön osaksi olkapään alueen kuntoutusta. Systemaattista kirjallisuuskatsausta soveltaen keräsimme tietoa siitä, mitä tähän mennessä aiheesta on tutkittu ja miltä osin harjoittelun vaikutukset perustuvat olettamuksiin tai käytännön kokemuksiin. Teimme myös oman EMG-mittauksen hartiarenkaan lihasten aktivoitumisesta Flexi-Bar-harjoittelun aikana.</p> <p>Kirjallisuuskatsauksen ja EMG-mittauksen perusteella valitsimme harjoitteita, jotka aktivoivat parhaiten hartiarenkaan stabiliteetin kannalta tärkeitä lihaksia.</p>			
Avainsanat			
vibraatio, hartiarengas, värinäharjoittelu, Flexi-Bar, EMG, stabiliteetti			

Koulutusohjelma		Suuntautumisvaihtoehto	
Physiotherapy		Bachelor of Health Care	
Tekijä/Tekijät			
Blomqvist, Jenni - Holopainen, Riikka			
Työn nimi			
Exercises to Stabilize Shoulder Girdle Using Flexi-Bar Based on Literature Review and Electromyographic Measurement			
Työn laji		Aika	Sivumäärä
Final Project		Autumn 2007	46+1 appendix
TIIVISTELMÄ			
<p>The purpose of this final project was to investigate the possibilities of actively produced hand-transmitted vibration training by applying principles of systematic review and measuring the electromyographic activation of the shoulder girdle muscles.</p> <p>Vibration has been used as a treatment method in physical therapy, but research in the area has concentrated on whole body vibration. Flexi-Bar is a relatively new training device, and we wanted to bring it to public attention. Actively produced vibration training is recommended for postoperative shoulder strenghtening and trunk-stabilizing exercises. Physical therapists have had good practical experience in treating shoulder problems using Flexi-Bar in therapeutic exercise, but scientific evidence of its efficacy is still missing.</p> <p>There are a few studies on actively produced hand-transmitted vibration training. The results of these studies show that vibration training is effective in improving proprioception. Greater electromyographic activity of shoulder girdle muscles is achieved by using vibration than cuff weight or elastic band. However, research does not support flexible foil exercise in improving strength. Further research is needed to determine the practical value of Flexi-Bar in physical therapy.</p> <p>Based on literature and EMG-measurement we chose exercises which most effectively activate shoulder girdle muscles that are important in achieving stability of glenohumeral joint.</p>			
Avainsanat			
shoulder girdle, vibration, therapeutic exercise, EMG, stability			

SISÄLLYS

SISÄLLYS	1
1 JOHDANTO	1
2 OPINNÄYTETYÖN TUTKIMUSTEHTÄVÄ JA TOTEUTUS	3
2.1 Kirjallisuuskatsaus	3
2.2 Lihasaktiiviteetin mittaaminen EMG:n avulla	4
3 PERUSTEITA VÄRINÄHARJOITTELULLE	8
3.1 Värähtelystä tutkittua	8
3.2 Kokovartalovärähtely	9
3.3 Yläraajaa pitkin välittyvä värähtely	10
4 FLEXI-BAR JA MUUT AKTIIVISEEN VÄRÄHTELYN TUOTTOON PERUSTUVAT HARJOITUSVÄLINEET	11
4.1 Harjoittelu Flexi-Barin avulla	12
4.2 Lihastoimintatavat	13
4.3 Flexi-Bar-harjoittelun vaikutukset ryhtiin ja lihastasapainoon	14
4.4 Keskivartalon lihasten harjoittaminen	15
4.5 Flexi-Bar-harjoittelun indikaatiot ja kontraindikaatiot	17
5 HARTIARENKAAN ANATOMIAA JA BIOMEKANIikkaa	17
5.1 Staattinen stabiliteetti	18
5.2 Dynaaminen stabiliteetti	19
5.3 Toiminnallinen stabiliteetti	23
5.4 Stabiliteetin häiriöiden syitä	23
6 HARTIARENKAAN STABILITEETIN HARJOITTAMINEN	25
6.1 Proprioseptiivinen harjoittelu	27
6.2 Lihasten voimaominaisuuksien harjoittaminen ja EMG-aktiivisuus	29
7 TULOKSET	32
8 POHDINTA	37
LÄHTEET	
LIITE	

1 JOHDANTO

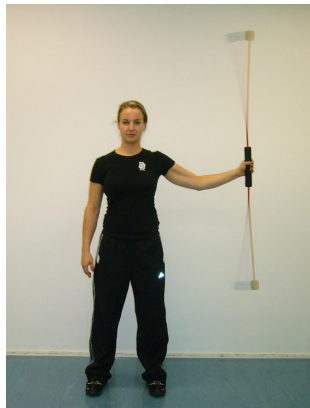
Työn tarkoituksena on koota tietoa värinäharjoittelusta ja Flexi-Bar-harjoitusvälineestä soveltaen systemaattisen kirjallisuuskatsauksen periaatteita. Eritoten tutkimuksen vähyiden ja kuitenkin lupaavien kokemusten vuoksi halusimme tarttua aiheeseen ja tehdä harjoitusmuotoa tutummaksi erityisesti fysioterapeuteille ja alan opiskelijoille. Lisäksi teimme EMG-mittauksen hartiaarenkaan lihasten aktivoitumisesta Flexi-Bar-harjoittelun aikana. Kirjallisuuskatsauksen ja oman EMG-mittauksen pohjalta on tarkoituksena ehdottaa liikeharjoitteita, jotka aktivoivat olkapäätä stabiloivia lihaksia.

30-40% väestöstä kärsii elämänsä aikana vähintään kerran olkapään kivusta. Erityisesti työikäisillä rasituksen tai vamman aiheuttamat olkanivelen vaivat ovat yleisiä. Olkanivelsairauksiin liittyy varsin usein toiminnallista haittaa, ja suomalaisten aikuisten työ- ja toimintakyvyttömyydestä noin 1,5 % selittyy olkanivelsairauksilla. Suurin osa olkapääongelmista on lähtöisin lapaluun liikkeen ajoituksen ja kontrollin toimintahäiriöstä, jolloin humeruksen ja cavitas glenoidaloksen suhde muuttuu. Olkanivelen kivuista ja toimintarajoituksista kärsivillä henkilöillä on myös selkä- ja niskaongelmia sekä raajanivelten nivelrikkoja enemmän kuin muilla. Suuressa osassa olkapääongelmia suositellaan stabiliteetin harjoittamista. (Heliövaara – Viikari - Alaranta 2003:30-31; Sahrman 2002: 194; Vastamäki 2003: 1987.) Hartiarenkaan kuntoutus on usein haastavaa, ja koska Flexi-Barin oletetaan soveltuvan hyvin hartiaarenkaan stabiliteettiin vaikuttavien osatekijöiden harjoittamiseen, haluamme selvittää tarkemmin sen käyttömahdollisuuksia fysioterapiassa.

Värinän positiivisia vaikutuksia hermo-lihasjärjestelmään on valjastettu sekä liikuntafysiologian että hoitotieteiden pariin. Värinäharjoittelua on tutkittu ja harjoitetaan mm. värisevällä alustalla seisten tai värisevällä käsipainolla harjoitellen sekä aktiivisesti tuotetulla oskillaatiolla. Flexi-Bar on yksi markkinoilla olevista harjoittelijan itse tuottamaan värähtelyyn perustuvista välineistä, joita voidaan käyttää sekä kuntoutuksessa että liikunnassa. Flexi-Bar on saksalaista alkuperää oleva tanko, jota heiluttamalla syntyy vavahtelua, joka siirtyy heiluttavaa yläraajaa pitkin vartaloon, ja jolla oletetaan olevan lukuisia suotuisia vaikutuksia syviin ja pinnallisiin lihaksiin, hermo-lihasjärjestelmään ja kaikkiin värähtelyä vastaanottaviin kudoksiin. Flexi-Baria on tutkittu vähän, mutta sitä jo käyttävät fysioterapeutit ovat saaneet asiakkailtaan hyviä tuloksia mm. olkapääongelmien hoidossa. Vastaavanlaisia aktiiviseen värähtelyn tuottoon perustuvia

välineitä on muitakin (mm. Bodyblade, Propriomed, Staby, sekä B.O.I.N.G.) ja arvioimme Flexi-Barin vaikutuksia myös näillä välineillä tehtyihin tutkimuksiin perustuen.

Flexi-Barin ominaispiirteellä eli värähtelyliikkeellä on useita synonyymejä, jotka suomen kielessä antavat sävyä värähtelyn laatuun. Käytämme rinnakkain termejä värinä, värinä, värähtely, vibraatio, vavahtelu ja oskillaatio ilmaisemaan tilanteeseen sopivaa



5) Asento:
Olkanivel 90°
abduktiossa,
Flexi-Bar pystysuun-
taisesti

Heilutus:
Yhdellä kädellä,
käden suuntaisesti
vasen-oikea-
suunnassa

liikettä ja välttääksemme toistoa. Liitteenä (LIITE 1) on liikekuvasto harjoitteista, joiden aikana mittasimme EMG-aktiiviteettia ja joita oli käytetty tutkimuksissa tai lähdemateriaalissa. Viittaamme näihin numeroituihin harjoitteisiin myös käsiteltäessä läpikäymiämme tutkimuksia.

KUVIO 1. Esimerkkikuva liitteestä.

Värähtelyn vaikutuksia ihmiskehoon on arvioitu kahtaalta: tutkitaanko koko kehoon kohdistuvaa värähtelyä vai välittykö värähtely kehoon yläraajaa pitkin (Griffin 1990: 3). Tutkimukset on suurimmalta osalta tehty kokovartalovärähtelyä käyttäen. Sellaisesta harjoittelusta, jossa harjoittelija itse tuottaa värähtelyn, on vain hyvin vähän tutkimustuloksia. (Kassenböhmer 2005:12.) Lahden ammattikorkeakoulussa on tekeillä opinnäytetutkimus Flexi-Barin vaikutuksista lantionpohjan lihaksistoon, ja kaikkiaan harjoitusmenetelmä tuntuu kasvattavan tunnettuuttaan Suomessa. Saksassa on meneillään neula-EMG-mittaukset syvien lihasten aktivoitumisesta Flexi-Bar-harjoittelun aikana.

Opinnäytetyömme on osa Mutusta näyttöön -projektia. Se on helsinkiläisten Arcadan ja Stadian ammattikorkeakoulujen fysioterapian koulutusohjelmien yhteistyönä käynnistetty kehittämishanke näyttöön perustuvan fysioterapian toteutumisen edistämiseksi pääkaupunkiseudulla. Hankkeen tavoitteena on fysioterapian toimintakulttuurin kehittäminen niin, että näyttöön perustuva fysioterapia integroituu luontevasti fysioterapiakoulutukseen ja käytännön työhön.

2 OPINNÄYTETYÖN TUTKIMUSTEHTÄVÄ JA TOTEUTUS

Tutkimustehtävänämmme on

- 1) kartoittaa systemaattisen kirjallisuuskatsauksen periaatteita soveltaen, mitä aktiiviseen värähtelyn tuottoon perustuvasta harjoittelusta on tähän mennessä tutkittu ja
- 2) ehdottaa tutkimusten ja oman EMG-kokeen perusteella Flexi-Barin avulla tehtäviä liikeharjoituksia, jotka aktivoivat hartiaarenkaan stabiliteetin kannalta tärkeitä lihaksia ja joita voidaan käyttää osana olkapään stabiliteetin harjoittamista.

2.1 Kirjallisuuskatsaus

Kirjallisuuskatsaus on artikkeli, esitelmäpaperi tai tutkielman osa, jossa arvioidaan, vertaillaan, luokitellaan ja kommentoidaan olennaista aiempaa tutkimusta, sekä suhteutetaan sitä omaan tutkimukseen. Sen avulla esitellään lukijoille aikaisempi tutkimus, sen käsitteistöt ja tutkimusongelmat, jotta uuden tutkimuksen merkitystä suhteessa aiempaan voidaan arvioida. (Turun yliopisto.)

Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tavoitteena on kerätä tarpeeksi alkuperäistutkimuksia, jotta voitaisiin minimoida tiedon valikoitumisesta aiheutuva harha. Alkuperäistutkimusten menetelmällinen laatu tulee selvittää, jotta kukin yksittäinen tutkimus saa sille kuuluvan painoarvon. Tutkimustulosten yhdistäminen on tärkeää, jotta niitä voitaisiin hyödyntää mahdollisimman selkeästi ja tehokkaasti. (Metsämuuronen 2006:31.)

Systemaattinen kirjallisuuskatsaus alkaa aihepiirin rajauksella. Mukaan valitaan mahdollisimman edustava joukko luotettavia tutkimuksia. Ensin tietoa etsitään tietokannoista, jonka jälkeen tarkastetaan näiden konehaualla saatujen artikkeleiden lähdeluettelot. Tämän viitehaun perusteella valitaan taas ne tutkimukset, jotka täyttävät hyväksymiskriteerit. Artikkelien ja toteutettujen tutkimusten laadun määrittäminen on systemaattisen katsauksen haastavimpia tehtäviä. Yritetään löytää myös nk. harmaata kirjallisuutta esimerkiksi symposium -kirjoista, viranomaisten ja teollisuuden raporteista ja

alan asiantuntijoiden julkaisemattomista tutkimuksista, sillä negatiiviseen tulokseen tulleita artikkeleita ei julkaista yhtä usein kuin niitä, joilla on positiiviset tulokset, mikä voi johtaa tiedon valikoitumisesta aiheutuvaan harhaan. (Salanterä – Hupli 2003:32; Metsämuuronen 2006:31-32.)

Tutkimuksia olemme hakeneet eri tietokannoista, kuten Medlinesta, Pubmedistä, Cochranesta, PEDrosta, Nellistä, Science Directista, Googlesta ja Medicista. Hakusanoina olivat mm. vibraatio, vibration, vibraatioharjoittelu, vibration training, oscillation, schwingungstraining, flexi-bar, bodyblade, staby, propriomed, flexible foil, proprioceptive training ja oscillating training devices. Hakukielinä käytimme suomea, englantia ja saksaa. Lisäksi saimme Saksasta Flexi-Barin valmistajalta kaksi värinäharjoittelua käsittelevää liikuntalääketieteen diplomityötä, joihin emme olisi muuten päässeet käsiksi. Haimme ensin lähteitä edellä mainituilla hakusanoilla, ja aiheeseen sopivia löydettyämme hyödynsimme myös niiden lähdeluetteloita uuden materiaalin etsimisessä. Olemme lukeneet ja koonneet tutkimusten tuloksia, keskustelleet niistä ja tehneet päätelmiä.

Löysimme tutkimuksia, jotka oli tehty Bodybladea, Flexi-Baria ja B.O.I.N.G. :ia käyttäen. Staby ja Propriomed eivät tulleet vastaan tutkimuksia etsiessämme. Suurin osa löytämistämme tutkimuksista on kansainvälisissä fysioterapia- tai liikuntalääketieteen lehdissä julkaistuja artikkeleita, ja kaksi lähteistä on saksalaisia liikuntalääketieteen diplomitöitä. Vaikka tutkimusten menetelmällinen laatu ei ole kovin hyvä, tutustuimme silti kaikkiin muuta kuin kokovartalovärähtelyä koskeviin värinätutkimuksiin, koska tutkimuksia oli niin vähän. Olemme lisäksi käyttäneet lähteenä maahantuojan ja tuotteiden kotisivuja, ja pyrimme tuomaan esille mikä tieto on tieteellisesti perusteltua ja mikä oletettua. Suurin osa lähteistä on 2000-luvulta; yleisesti värähtelyä koskeva materiaali on vanhempaa, koska siihen kohdistui tutkimusta runsaasti -90-luvulla.

2.2 Lihaskiviteetin mittaaminen EMG:n avulla

Kun hermostosta tulee lihakselle aktivoitumiskäsky, syntyy sähköisiä potentiaaleja. Näiden aktiopotentiaalien keräämistä tietyillä elektrodeilla kutsutaan elektromyografiaksi (EMG). EMG-signaalit voivat kertoa lihakseen tulevien hermoimpulssien suhteellisesta ajoituksesta ja tasosta, ja siksi ne ovat hyödyllisiä, kun halutaan ymmärtää

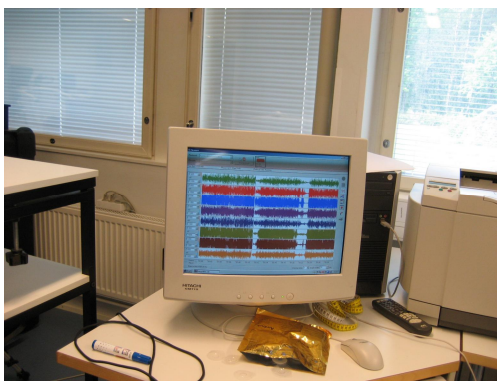
jonkin lihaksen roolia tietyn liikkeen kontrolloinnissa. Tietyissä olosuhteissa myös EMG-signaalin laajuus voi ilmentää lihasvoiman suhteellista tasoa. (Brown 2002:54.)

EMG-elektrodit jaetaan pinta- ja neulaelektrodeihin. Pintaelektrodi koostuu metallilevystä, joka on yleensä hopeaa tai hopeakloridia ja jonka läpimitta on n. 1 cm. Pintaelektrodit mittaavat pinnallisten lihasten yleistä aktiviteettia ja antavat paremmin toistettavissa olevia tuloksia kuin neulaelektrodit. Neulaelektrodeja tarvitaan, kun halutaan hienojakoisempien liikkeiden arviointia, tai kun halutaan tutkia syviä lihaksia, joiden aktiviteettia ei ole mahdollista mitata pintaelektrodeilla. (Winter 2005:230; Brown 2002:54.)

Kun motorinen yksikkö aktivoituu, sähköimpulssi kulkee aksonia pitkin, kunnes se saapuu lihassyiden motorisiin päätelevyihin. Koska lihassyiden ympärillä oleva kudος on sähköä johtavaa, aktivoituneiden lihassyiden depolarisaatio johtaa mitattavissa olevaan sähköiseen signaaliin, jonka lihassyiden lähelle asetettu elektrodi voi aistia. Signaalia kutsutaan motorisen yksikön aktiopotentiaaliksi (*motor unit action potential - MUAP*). (Brown 2002:54.)

Oman EMG-mittauksemme tarkoituksena on analysoida lihasten aktivoitumista erilaisien Flexi-Bar-harjoitteiden aikana. Harjoitteet valittiin eri harjoitusvälineiden valmistajien liikevalikoimasta sekä tutkitusti hartiaarenkaan stabiliteettiin vaikuttavia liikkeitä soveltaen. Testattavat lihakset valittiin aiempien tutkimusten sekä maahantuojan kursilla ehdotetuissa harjoituksissa aktivoituvien lihasten mukaan.

EMG-mittauksessa saadaan selville vain mitattavien lihasten aktivoituminen tietyllä henkilöllä, tietyllä hetkellä ja tietyssä liikkeessä. Mm. rhomboidei, m. teres major ja minor sekä m. subscapularis eivät olleet käyttämällämme testausmenetelmällä saa-



KUVIO 2. EMG –aktiivisuus on voimakasta mitattavissa lihaksissa, kun Flexi-Baria heilutetaan päinmakuulla kädet vartalon jatkona (LIITE 1. harj.15a).

vutettavissa, joten niiden mahdollista aktivoitumista ei voitu todentaa.

Aiempien tutkimusten perusteella oletuksena oli, että m. deltoideus aktivoituu joka tapauksessa, joten se jätettiin pois mittauksesta (mm. Moreside – Vera-Garcia – McGill 2007:5). Bärwinkelin ja Hoffmannin (2005:28) mukaan m. trapeziuksen yläosan

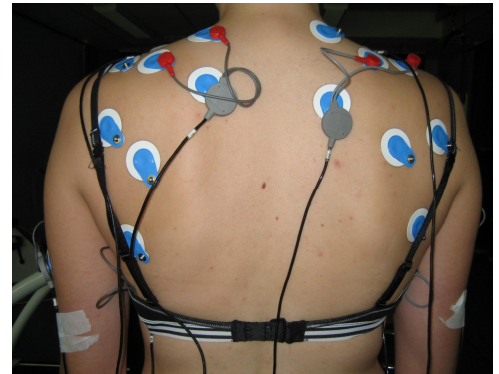
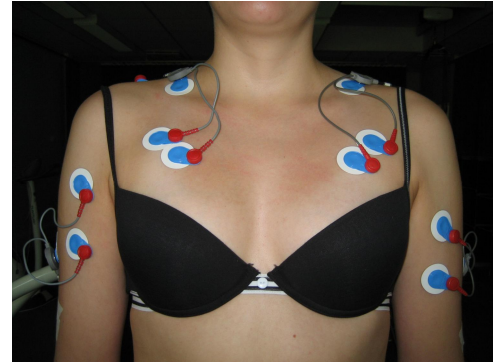
aktivaatiota ei kannata mitata, sillä sen tuottamaa liikettä ei Flexi-Bar-harjoituksilla saada aikaiseksi. Halusimme kuitenkin kokeilla, aiheuttaako heilutusasento kyseisen lihaksen jännittymisen. Jos kaularangan stabiloivat lihakset ovat heikot, aiheuttaa m. trapeziuksen yläosan aktivaatio kaularangan liikettä. Jos m. trapeziuksen yläosa siis aktivoituu harjoittelussa, tarkoittaa se myös sitä, että pitääkseen pään paikallaan, täytyy harjoittelijan syvien kaulan lihasten aktivoitua. (Parviainen 2007:13). Aiemmissa tutkimuksissa ei ole tutkittu lihasten aktivoitumista muutoin kuin seisten heiluttaessa, joten halusimme ottaa mukaan myös matalampia alkuasentoja kuten konttausasennon, selin - ja päinmaakuun.

Molemmat koehenkilöt (24- ja 30 -vuotiaat) olivat terveitä ja naispuolisia. Koehenkilö 2:lla on pidempi kokemus Flexi-Barin käytöstä kuin koehenkilö 1:llä, mikä voi vaikuttaa tuloksiin.

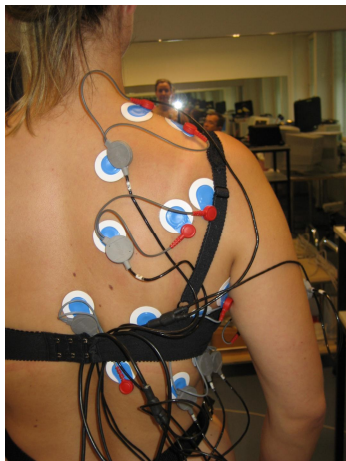
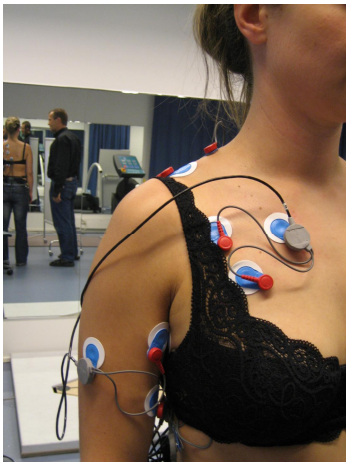
Käytimme itseliimautuvia Ambu Blue Sensor M -elektrodeja, joiden materiaalina on käytetty hopeaa/hopeakloridia. Elektrodit ovat pyöreitä, mittaavan alueen läpimitaltaan 1,54 cm. Käytimme Megawin 2.01 -ohjelmaa, jonka avulla teimme elektrodien asettelut ja näimme EMG-käyrän tietokoneen näytöltä. Elektrodit aseteltiin Megawin 2.01 -ohjelman ohjeiden mukaan, lihasrungon päälle, 1-2 cm etäisyydelle toisistaan, palpoiden, lihasta jännitettäessä eniten supistuvaan kohtaan. M. serratus anteriorin asettelua ei löydy ohjelmasta, joten elektrodit aseteltiin anatomian ja palpaation mukaan lihaksen alakärkeen ja keskiosa sen jälkeen samansuuntaisesti. Maaelektrodi tulisi sijoittaa mahdollisimman kauas ja sähköisesti neutraalille kudokselle, esimerkiksi luisen ulkoneman päälle.

Videoimme molemmat EMG-mittaukset, ja analysoimme tuloksia jälkikäteen yhdessä ja molemmat erikseen videoita katsomalla. Jaottelimme ruudulta näkyvän EMG-käyrän aktiviteetin asteikolla 1-4, jossa 1 tarkoittaa ”ei juurikaan aktiviteettia”, 2 ”kohtalainen aktiviteetti”, 3 ”hyvä aktiviteetti” ja 4 ”erinomainen aktiviteetti”. Saamamme tulokset keräsimme excel-taulukkoon ja vertailimme saamiamme tuloksia, mitkä olivat suurimalta osin yhtenevät. Koska jaottelu on tehty silmämääräisesti kuvaruudun perusteella, ei se ole kovin tarkka. Voidaan kuitenkin varmasti erottaa ne lihakset, jotka aktivoitui hyvin ja mitkä eivät juurikaan. Emme myöskään tehneet maksimivoimatestiä, johon tuloksia olisi vertailtu ja saatu prosenttiosuus siitä, kuten virallisissa tutkimuksissa on tehty, joten tulokset eivät ole keskenään vertailukelpoisia. Johtopäätökset tehokkaim-

mista liikkeistä vedämme vertaamalla liikkeitä, joissa muissa tutkimuksissa on saatu hyvää aktiivisuutta, aktiivisuustasoon omissa vastaavissa liikkeissämme ja katsomme sen pohjalta yhtenevyyksiä. Myös heilutuksen laajuudella on suuri merkitys aktiivisuustasoon. Tätä tekijää on erittäin vaikeaa vakiodia, mikä vaikuttaa tulosten luotettavuuteen. Lisäksi emme voi olla varmoja, mitkä muut lihakset aktivoituvat harjoitteiden aikana, sillä pinta-EMG-mittauksen ongelmana on se, että koska lihaksia on päällekkäin monessa kerroksessa ja monia lihaksia sijaitsee lähekkäin, tulee elektrodin keräämään signaaliin väkisin mukaan muidenkin lihasten aktiivisuutta, kuin sen, jota on tarkoitus mitata.



KUVIO 3. Koehenkilö 1.
Elektrodiasettelut.



KUVIO 4. Koehenkilö 2.
Elektrodiasettelut.

Koehenkilö 1

Ensimmäisessä asettelussa (KUVIO 3.) testattavat lihakset olivat m. serratus anterior, m. biceps brachii pitkä pää, m. trapeziuksen yläosa ja m. pectoralis minor vartalon molemmin puolin. Merkittävää vastakkaisen puolen aktiivisuutta oli havaittavissa ainoastaan konttausasennossa tukikädesä. Toisessa asettelussa olivat mukana m. serratus anterior, m. biceps brachii, m. supraspinatus ja m. infraspinatus.

Koehenkilö 2

Kun olimme ensimmäisessä mittauksessa nähneet, että vastapuoli ei juurikaan aktivoidu Flexi-Baria heiluttaessa, asetelimme elektrodit toisella kertaa vain kehon oikealle puolelle, jolloin saimme mitattua samalla kertaa useampia eri lihaksia (KUVIO 4.). Koehenkilö 2:n mittauksessa olivat mukana m. serratus anteriorin alakärki, m. serratus anteriorin keskiosa, m. latissimus dorsi, m. trapeziuksen alaosa,

m. supraspinatus, m. infraspinatus, m. biceps brachiin pitkä pää ja m. pectoralis minor. Halusimme jaotella m. serratus anteriorin kahteen osaan, sillä ensimmäisessä kokeessa se osoittautui hyvin aktivoituvaksi lihakseksi, ja sen ala- ja keskiosat vaikuttavat eri tavoin lapaluun liikkeeseen.

3 PERUSTEITA VÄRINÄHARJOITTELULLE

Värähtely, *vibraatio*, *tärinä*, *värinä*, *vavahtelu*, on oskillaatorista liikettä. Oskillaatio on värähtelyä keskiarvon ympärillä esimerkiksi aikasarjoissa. (ISI 2007.) Tärinää voidaan luonnehtia värähdysliikkeen poikkeaman, nopeuden tai kiihtyvyyden sekä taajuuden avulla. Liikkeen mitta määrittää värähtelyn laajuuden (amplitudi, *amplitude*). Se kuinka usein syklit toistuvat, määrittää värähtelyn taajuuden (frekvenssi, *frequency*). Liike ei ole välttämättä jatkuvaa tai muuttumatonta, mutta vaihtelee tietyn keskiarvon pienemällä ja suuremmalla puolella. (Griffin 1990: 3.)

3.1 Värähtelystä tutkittua

Sekä luonnollisen tärinän (esimerkiksi kävelyn alkukontaktista etenevä värähdysaalto), että ulkoisen mekaanisen vibraation (mm. työkoneet) vaikutuksia ihmiskehoon on tutkittu. Värinällä on osoitettu olevan sekä positiivisia että negatiivisia vaikutuksia, mm. frekvenssistä, amplitudista, altistuksen kestosta ja tavoiteltavasta vaikutuksesta riippuen, ristiriitaisinkin tuloksin. (Sandström - Jaakkola 2004.)

Värähtelyn vaikutus ihmiskehoon on haastava tutkimuskohde, sillä värähtely on laadultaan niin monimuotoista ja se kuuluu monen tieteenalan kuten fysiikan, matematiikan, fysiologian, tekniikan, lääketieteen, psykologian ja tilastotieteen piiriin. Aiheen monimutkaisuus voi tuntua kauhistuttavalta, jos halutaan saada yksinkertaista ja käytännöllistä tietoa perehtymättä asiaan syvemmin. Koska värähtely on luonteeltaan monimuotoista, ei voida olettaa, että sillä olisi jotain tiettyjä yksinkertaisia ennalta odotettavia vaikutuksia; nykytiedon mukaan ei kannata vetää yksinkertaisia johtopäätöksiä tutkimustuloksista ja suositella välttämään tiettyä taajuutta tai määrittää tiettyä käyrää kuvaamaan reaktioita taajuuksiin. Värähtelyhän voi tilanteesta riippuen aiheuttaa pahoinvointia, nautintoa, kipua; tuntua raastavalta, ärsyttävältä tai piristävältä. Useat tutkimukset keskittyvät värähtelyn negatiivisiin vaikutuksiin, mutta värähtelyhän on yhtä

lailla kätelemine tai keinutuolissa keinumine, samoin kuin fysioterapiassa esimerkiksi tehdään keuhkojen tyhjennystä täristelyllä tai tutkitaan värinällä tuntoaistia. (Griffin 1990:1-17.)

Tooninen vibraatiorefleksi, eli tärinän aiheuttama lihassukkuloiden primaarien tuntopäätteiden aktivoituminen ja supistusaaltojen eteneminen, on vibraatioon perustuvien hoitojen eräs vaikutusmekanismi. Taajuudet, joilla tooninen vibraatiorefleksi saadaan esiin, ovat kiistanalaisia. Sandströmin ja Jaakkolan katsauksen mukaan refleksi käynnistyy, kun käytetään 100-150 Hz (tai 30 Hz) tärinää 30 tai 120 sekuntia. Bosco, Cardinale ja Tsarpela (1998) viittaavat tutkimuksiin, joiden mukaan on esitetty refleksin esiintymistä joko 10-200 Hz taajuudella, tai matalilla värinätaajuuksilla 1- 30 Hz, tai 100 Hz taajuudella ja 1 mm amplitudilla. (Sandström – Jaakkola 2004; Bosco ym. 1998: 307 < Latash 1998; Seidel 1988.)

Spastisen lihaksen tooninen vibraatiorefleksi taas halutaan joskus sammuttaa käyttämällä 30 Hz taajuisia tärinää 30 minuutin ajan. ”*Toonisesta vibraatiorefleksikaaresta ohjautuu ärsykeitä myös kehotietoisuutta rakentaville kehon spatiaalisten mallien abstrakteille edustusalueille. Aivoihin voidaan vaikuttaa tehokkaammin refleksin kynnysarvoa alemmalla (80Hz) taajuudella. Käsitellyn lihaksen aivokuorialueilla toiminta lisääntyy, millä saattaa olla merkitystä mm. aivovauriokuntoutuksessa.*” (Sandström - Jaakkola 2004.)

3.2 Kokovartalovärähtely

Värähtelyn harjoitteluvaikutuksia on tutkittu useimmiten koko kehoon kohdistuvalla tärinällä, koehenkilöiden harjoittelussa staattisesti tai dynaamisesti ja altistuessa värähtelylle seistessään tärisevällä alustalla. Tällaiset tutkimukset ovat hakeneet vastausta esimerkiksi värähtelyn vaikutuksista luihin, tasapainoon, suorituskyykyyn tai lihaksiin (mm. Torvinen 2003; Bosco - Colli - Intorini - Cardinale - Tsarpela - Madella - Tihanyi - Viru 1999). Kiisken ym. vibraatioharjoittelusta tekemän katsauksen mukaan (Kiiski – Koivusalo – Sievänen 2007:1735-39) alaraajojen kautta koko vartaloon kohdistuvan yksittäisen tai lyhytkestoisen vibraatioharjoituksen on useissa tutkimuksissa havaittu lisäävän mm. alaraajojen lihasvoimaa, voimantuottonopeutta ja hyppykorkeutta. Tutkimuksissa alustan vibraation amplitudi on ollut 3-5 mm, taajuus 26-30 Hz ja harjoituksen kesto on ollut 5-10 minuuttia. Kuitenkin tärinälaitteet toimivat hieman eri periaattein,

lisäksi tutkimusryhmillä vaikutukset olivat eri tavoin painottuneita, eikä harjoitusten todellisesta kuormittavuudesta ole varmaa tietoa. Katsauksen mukaan tärinäharjoittelun vaikutukset luustoon eivät ole olleet merkitseviä. Vibraatioharjoittelu näyttää olevan turvallista kaikenikäisille; tähän mennessä ei ole todettu haittavaikutuksia ainakaan lyhyellä aikavälillä. (Kiiski – Koivusalo – Sievänen 2007: 1735-39.)

3.3 Yläraajaa pitkin välittyvä värähtely

Yläraajaa pitkin kehoon etenevää värähtelyä ovat tutkineet mm. Bosco ym. maajoukkue- ja nyrkkeilijöillä, jotka tekivät testikädellä harjoitteita 30 Hz taajuudella värähtelevällä käsipainolla (painoltaan 5 % kehon massasta). Tutkimuksen tarkoituksena oli analysoida vibraation vaikutuksia käden koukistajien mekaanisiin ominaisuuksiin. Tulokset osoittivat keskimääräisen voiman merkitsevää lisäystä vibraatiolle altistuneessa kädessä. Boscon ym. mukaan näyttää siltä, että tämän tyyppinen harjoittelu stimuloi hermo-lihasjärjestelmää tehokkaammin, kuin monet normaalisti käytettävät menetelmät. (Bosco ym 1998: 306.) Tähän tutkimukseen peilattaessa Flexi-Bar-harjoittelun tehokkuudesta voidaan olla vain varauksellisesti optimistisia, sillä aktiiviseen värähtelyn tuot-

toon perustuvien välineiden taajuudet ovat huomattavasti pienemmät: Flexi-Barilla 4,6 ja Bodybladella 4,5 hertsiä.



KUVIO 5. Flexi-Bar (Grevinda 2006).

Harjoittelijan itse tuottamaan, yläraajaa pitkin etenevään värähtelyyn perustuvia harjoitusvälineitä on useita. Saksalaiset Flexi-Bar, Propriomed ja Staby ovat keskenään samankaltaisia kapeita ja pitkiä tankoja, joiden molemmissa päissä on paino tai useita siirrettäviä painoja. B.O.I.N.G.-väline eroaa muista siinä, että vain sen toisessa päässä on painopampula. Amerikkalainen Bodyblade on liuskamainen tanko.

4 FLEXI-BAR JA MUUT AKTIIVISEEN VÄRÄHTELYN TUOTTOON PERUSTUVAT HARJOITUSVÄLINEET

Flexi-Bar on kapea tanko, jonka keskellä on kädensija ja päissä on kumiset painot. Flexi-Baria käytetään tarttumalla yhdellä tai kahdella kädellä tangon keskikohdan kädensijaan, sysäämällä tanko heiluriliikkeeseen ja ylläpitämällä aktiivisesti heilutusliikettä niin, että tanko vavahtelee. Värähtely tapahtuu 4,6 Hz taajuudella eli liike tapahtuu 4,6 kertaa sekunnissa. Värähtely etenee yläraajaa pitkin kehoon, minkä oletetaan aiheuttavan syvien, kehoa stabiloivien lihasten aktivoitumisen. Heilutuksen suositeltava amplitudi, eli värähdysliikkeen laajuus suhteessa akseliin on 5-50°. Harjoituksen intensiteetti riippuu käsien asennosta, heilutusliikkeen laajuudesta ja heilutuksen kestosta - heilutusasteen suhde akseliin: kevyt 5-10°, keskitaso 10-20°, vaikea 20°, maksimi 50°. (Alloplast 2007.) Voima, joka siirtyy Flexi-Barista yläraajojen kautta vartaloon, riippuu harjoittelijan tuottamasta amplitudista (Kassenböhmer 2005:39).

Maahantuojaan mukaan saksalaisen Flexi-Barin ajatus perustuu niin ikään saksalaiseen **Propriomediin**, jonka värähtelyperiaate on sama kuin Flexi-Barin, mutta jossa on useita säätömahdollisuuksia ja joka siten on käytössä monimutkaisempi. Edullisempi ja yksinkertaisempi Flexi-Bar kehitettiin -90-luvun lopulla ja tuotiin yleiseen myyntiin vuoden 2001 alussa. (Alloplast 2006a.)



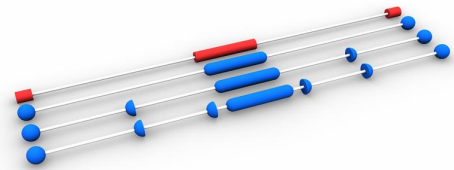
Tutkimustieto Flexi-Barin vaikutuksista ja toimintaperiaatteista on vielä vähäistä, sen sijaan vastaavanlainen harjoitusväline **Bodyblade**

tuli markkinoille Yhdysvalloissa jo vuonna 1991. Bodyblade on litteä, liuskamainen tanko, jota valmistetaan eri pituisina, painoisina ja eri vastuksilla. Bodyblade kehitettiin harjoittamaan olkapään lihaksia kivuttomasti, pakottamatta niveltä laajalle liikeradalle. (Bodyblade 2007a.) Bodyblade värähtelee taajuudella 4,5 Hz ja sen vaikuttavuudesta on jo tehty tutkimuksia. Oletamme, että Flexi-Barin ja Bodybladen vaikutuksia voitaneen pitää verrattavina samanlaisen toimintaperiaatteen ja lähes saman värähtelytaajuuden (4,5 ja 4,6 Hz) kautta. Bodyblade ja Propriomed eivät ole tunnettuja Suomessa, sen si-

KUVIO 6. Propriomedissä on siirrettävät painopampulat (Sport-Tec 2005).

jaan Bodybladella on asema fysioterapeuttisessa harjoitusterapiassa Yhdysvalloissa. Fysioterapia-alan kirjallisuudessa löytyy viitteitä Bodybladeen mm. harjoitettaessa ran-
gan stabiliteettia ja sensomotoriikkaa (Hertling – Kessler 2006:819) ja AC -nivelen kun-
toutuksessa (Ellenbecker 2006:87-89). Myös Schmidt-Wiethoff ym. (2000) tutkimuk-
sessaan toiminnallisista olkapääongelmista ja lihasepätasapainosta yliolan-
lajien urhei-
lijoilla suosittelevat Bodybladea ja B.O.I.N.G. :ia koordinaation ja proprioseptiikan har-
joittamisen apuvälineiksi (Schmidt-Wiethoff –
Rapp – Schneider – Haas – Steinbrück – Goll-
hofer 2000: 334).

Vertaamistamme lähinnä samankaltaisin vä-
line Flexi-Barin kanssa lienee saksalainen
Staby, josta on Propriomedin lailla mahdol-
lista hankkia erilaisia versioita ja jonka vai-
keusastetta voi säätää liikuttamalla tangossa
olevia painoja eri etäisyyksille (Staby 2007a).



KUVIO 7. Stabysta on useita ver-
siota, erilaisilla vastuksilla (Staby
- Pressematerial. 2007b).

Aktiiviseen värähtelyn tuottoon perustuvien harjoitusvälineiden, kuten Flexi-Bar, Bo-
dyblade ja Staby, vaikutusmekanismeja ei ole tutkittu. Koska värähtelytaajuus on Flexi-
Barilla ja Bodybladella pienempi kuin niillä värähtelyyn pohjaavilla harjoitusvälineillä
ja -menetelmillä, joista on tutkimustuloksia, voidaan myös odottaa vähäisempiä harjoi-
tusvaikutuksia lihaksiin ja niiden voimantuotokykyyn. Käytännön kokemusten perus-
teella voidaan sanoa, että Bodyblade -harjoittelulla on positiivisia vaikutuksia. Tieteelli-
nen näyttö Bodybladen ja vastaavien harjoitusvälineiden vaikutustavasta kuitenkin
puuttuu. (Rieger – Heitkamp – Horstmann 2003: 976-981.)

4.1 Harjoittelu Flexi-Barin avulla

Flexi-Baria voidaan heiluttaa eri tavoin, riippuen harjoituksen tavoitteesta. On mahdol-
lista tarttua kädensijaan koko kämmenellä, pitää kiinni kevyesti sormenpäillä, heiluttaa
kaksin käsin tai yhdellä kädellä. Flexi-Barin päissä olevat painot pyritään saamaan hei-
lumaan edestakaisin joko pitkittäin käsivarsien suuntaisesti tai poikittain käsivarsien
kulkusuuntaan nähden. Flexi-Baria voidaan heiluttaa erilaisissa asennoissa esimerkiksi
seisten, istuen, selällään tai vatsallaan maaten tai yhdellä jalalla seisten. Perusasennossa
heilutetaan seisten, jalat hartioden leveydellä, paino molemmilla jaloilla, olkapäät al-

haalla ja takana, ja keskivartalo koottuna eli vatsan ja lantionpohjan lihakset supistettuina. Flexi-Bar laitetaan heilumaan pienellä käsivarsien suuntaisella liikkeellä. Heilutusta ylläpidetään lyhyillä impulsseilla (kuten keinuessa, jossa myös on tärkeää tuottaa impulssi oikealla hetkellä). Kyynärpäät ovat aina vähintään hieman fleksoituna, jotta heilutusliikettä pystytään ylläpitämään. Ranteita suositellaan pitämään suorana, jolloin ranteet eivät rasitu, eivätkä Flexi-Barin päissä olevat painot ala pyöriä ympyrää edestakaisen liikkeen sijaan. Flexi-Bar, Staby ja Propriomed eroavat Bodybladesta tässä; Bodyblade on liuskan muotoinen, joten se ei voi tehdä pyörivää liikettä. Koska värähtelyn tuottaminen perustuu koordinaatioon, alkuvaikeudet ovat normaaleja. (Alloplast 2007; Bärwinkel - Hoffmann 2005:21.)

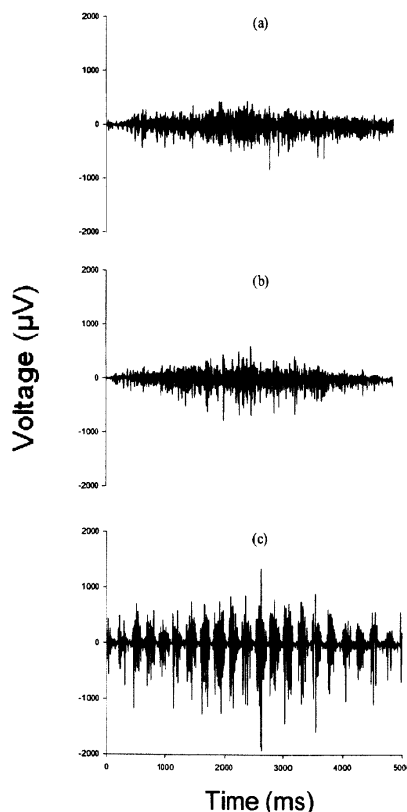
Pitkälti Flexi-Barin kaltaisen Stabyn ohjeiden mukaan käyttäjän tulee antaa yläraajojensa välityksellä oikein ajoitettua, jatkuvaa ja rytmikästä impulssia pitääkseen tangon liikkeessä. Heiluttamalla ei harjoiteta vain stabiliteetista vastaavia lihaksia, voimaa ja liikkuvuutta vaan kehitetään myös koordinaatiota - ”harmaita aivosoluja”. (Staby 2007a.)

Bodybladen käyttöä ohjeistetaan Moresiden ym. tutkimuksessa: jotta saavutetaan Bodybladen luonnollinen oskillaatiotaajuus, liike proksimaalisessa raajassa ja käyttäjän keskivartalossa täytyy minimoida, sillä liiallinen liike haittaa tarvittavan koordinoitun resiprokaalisen kädenliikkeen saavuttamisessa. Tutkimus keskittyy keskivartalon harjoittamiseen, jolloin heilutussuuta on aiemmin mainittuun päinvastainen: käden liikkeen tulee olla kohtisuora Bodybladen pitkittäissuuntaan ja litteään puoleen nähden, liike muihin suuntiin vaikuttaa myötävärähtelyyn. (Moreside – Vera-Garcia – McGill 2007: 2-3.)

Yläraajojen asennolla ja otteella on merkitystä lihasten aktivoitumisessa: jos käsivarsi on fleksiossa edessä hartiatasolla, aktivoituvat eniten m. biceps brachii ja m. deltoideuksen etuosa. Jos taas käsivarsi on ojennettu sivulle abduktioon, aktivoituvat eniten m. deltoideuksen keskiosa ja m. triceps brachii. (Bärwinkel - Hoffmann 2005:80.)

4.2 Lihastoimintatavat

Riegerin ym. (2003: 976-981) mukaan sukulaisväline Bodybladen vaikutus perustuu aktiiviseen käyttäjän tuottamaan värähtelyyn, jossa dynaamis-konsentrinen ja dynaamiseksi-eksentrinen toiminta eli kiihdyttävä ja jarruttava lihastyö vaihtelevat värähtelysyklin



KUVIO 8. Ylimpänä Thera-Bandin, keskellä rannepainon ja alimpana Bodybladen EMG -käyrää 5 sekunnin ajalta yhdestä toistosta olkanivelen fleksiota (Lister ym. 2007:62).

sisällä, mikä johtaa nivelten stabilointiin. Näin ilmaisee asian myös Kassenböhmer (2005:41) Flexi-Bar-tutkimuksessaan. Harjoittelu muistuttaa myös isometristä lihastyötä, koska harjoittelussa ei esiinny varsinaista lihasten rentoutumisvaihetta. Kuitenkin Flexi-Barilla pysytään harjoittelemaan pidempään kuin staattisia harjoitteita tehdessä. (Bärwinkel - Hoffmann 2005:17.) Sugimoto ja Blanpied (2006: 280–285) pohtivat tutkimuksessaan Bodybladen epätavallista luonnetta. Värähtelyn harjoitusvaikutus lihaksiin on epäselvä: onko Bodyblade -harjoittelu eksentristä, konsentrista vai isometristä lihastyötä, kun lihasvoimassa ei näitä tutkittaessa havaittu kehitystä vai onko harjoittelulla vaikutuksia esimerkiksi kestävyyyteen tai dynaamiseen, heilahduslaajuudeltaan pieneen liikkeeseen (*short-amplitude dynamic motion*).

Bodybladella harjoitellessa pinta-EMG-signaali on varsin erimuotoinen kuin rannepainon tai kuminauhan vastuksen aiheuttama (KUVIO 8) Bodyblade oskilloi 4,5 kertaa sekunnissa, jolloin sähköisen aktiviteetin käyrässä nähdään sykäyksiä, jotka ovat lihasten aktiivisesti tuotetun supistuksen ja sen aiheuttamaan värähtelyyn vastaamista (Lister – Del Rossi – Ma – Stoutenberg – Adams – Tobkin – Signorile 2007: 58- 62).

4.3 Flexi-Bar-harjoittelun vaikutukset ryhtiin ja lihastasapainoon

Lihaksilla on havaittu olevan tyypillisiä vasteita toimintahäiriöihin; eräillä lihasryhmillä on taipumus lyhentymiseen ja kireyksiin, toiset heikkenevät ja atrofoituvat (Hertling – Kessler 2006: 123). Ryhtimuutokset ja vääränlainen kuormitus heikentävät syvien, asentoa ylläpitävien lihasten toimintaa, toisaalta syviä lihaksia harjoittamalla voidaan vaikuttaa ryhtiin ja kuorman jakautumiseen rangassa. Syvien lihasten heikkous pakottaa pinnallisia lihaksia lisäämään osuuttaan asennonhallinnassa. Tämä isometrinen jännitys ei ole liikettä aikaansaaville lihaksille sopiva vaan ne ylikuormittuvat ja kiristyvät ja

aineenvaihdunta kudoksissa heikkenee. Flexi-Barin värähtely antaa ärsykeitä syville tahdosta riippumattomille lihaksille ja aktivoi myös pinnallisia lihaksia. Flexi-Barista sanotaan että heiluttaminen aktivoi syvien ja pinnallisten lihasten lisäksi sidekudosta; esimerkiksi nivelsiteet (niveltäen staattinen stabiliteetti) aktivoituvat. Flexi-Barin heiluttaminen lisää verenkiertoa ja tehostaa aineenvaihduntaa, mikä edistää kudosten ravinnonsaantia ja aineenvaihduntajätteiden poistumista. (Immonen 2007:6-7.)

Dynaamista työtä tekevät lihakset ovat useimmiten heikkouteen taipuvaisia. Niistä olkapään ongelmatiikkaan ja ryhtimuutoksiin liittyvät mm. m. pectoralis major (abdominaalinen osa), m. trapeziuksen alaosa, mm. rhomboidei, m. serratus anterior, m. subscapularis, sisemmät ja ulommat vinot vatsalihakset ja yläraajan ojentajat (m. latissimus dorsi ja m. teres major). (Hertling – Kessler 2006: 75.) Oman EMG-mittauksemme ja kirjallisuuden perusteella Flexi-Baria heiluttamalla saamme aktivoitua ja mahdollisesti harjoitettua näistä useita.

4.4 Keskivartalon lihasten harjoittaminen

Koska Flexi-Barilla harjoitellessa vartalon lihakset jännittyvät reflektorisesti, syviä, asentoa ylläpitäviä lihaksia ja niiden hermotusta voidaan harjoittaa helposti. Tutkimuksissa poikittainen heilutus aktivoi keskivartaloa. (Bärwinkel - Hoffmann 2005:22; Moreside - Vera-Garcia - McGill 2007: 1-11.) Samaa väittää tuotteen myyjä. (Alloplast 2006b).

Moreside ym. analysoivat tutkimuksessaan keskivartalon lihasten aktivoitumista, rangan kinematiikkaa ja lannerankaan vaikuttavia kompressiovoimia käytettäessä Bodybladea. Tietoa he keräsivät pinta-EMG:llä (lihakset m. pectoralis major, m. deltoideuksen etuosa, m. rectus abdominis, m. external oblique, m. internal oblique, m. latissimus dorsi sekä m. erector spinae tasoilta T9, L3 ja L5), videoanalyysillä ja kolmiulotteisella lannerangan asentosensorilla. Tutkimuksessa terveillä hyväkuntoisilla miehillä keskivartalon lihasten aktivaatiotasot olivat vähintään samat tai suuremmat kuin muilla



KUVIO 9. Bodyblade on litteä ja liuskamainen (Bodyblade 2007b).

rangan stabiliteettiin vaikuttavilla harjoitteilla kun Bodybladea heilutettiin vartalon edessä pystysuunnassa medio-lateraalisesti. Kuitenkin Bodyblade hyödyttää rangan stabiliteettiharjoittelussa vaihtelevasti, riippuen heilutusasennosta, amplitudista ja koordinaatiosta. Tutkijat huomasivat riskejä rangan stabiliteetille henkilöillä, joiden heilutustekniikka oli huono ja jos lannerangan kompressiokestävyys on heikko. He korostivat heilutustekniikan tärkeyttä ja amplitudin varovaista lisäystä turvallisuuden varmistamiseksi. (Moreside ym. 2007: 1-11.)

Rieger ym. (2003) tutkivat EMG:n avulla keskivartalon ja yläraajan lihasten aktivoitumista Bodyblade-harjoittelun aikana. Yhden käden harjoitusasunnoissa (LIITE 1. Harj. 5 ja 6a) aktivoituivat vinot vatsalihakset keskimääräistä enemmän, lisäksi m. latissimus dorsi ja alavatsan lihaksisto aktivoituivat paremmin, kun Flexi-Baria pidetään horisontaalisesti (LIITE 1. Harj. 6a) kuin vertikaalisesti (LIITE 1. Harj. 5). Pitkiä vipuvarsia käyttävä harjoite (LIITE 1. Harj. 4) aktivoi erityisen hyvin m. rectus abdominiksensa ja m. erector spinaen. Harjoitus, jossa heilutettiin kädet pään päällä (LIITE 1. Harj. 7) vielä pidemmällä vipuvarrella keskivartaloon nähden, ei yllättäen aktivoanutkaan keskivartalon lihaksia yhtä hyvin. Heilutettaessa kädet 90° fleksiossa pitkällä vipuvarrella vastakkaiseen suuntaan (LIITE 1. Harj. 18b) aktivoituvat vinot vatsalihakset parhaiten. Niitä aktivoi myös heilutus kädet pään päällä Bodyblade horisontaalisesti frontaalitasossa (LIITE 1. Harj. 8), mutta ei läheskään yhtä tehokkaasti. Tämä asento on sen sijaan erityisen tehokas aktivoimaan m. erector spinaen. Näiden tulosten vertailukelpoisuus on kuitenkin kyseenalainen, sillä tutkimuksesta ei selviä onko Bodybladea heilutettu yläraajojen suuntaisesti vai vastasuuntaan.

Bärwinkel ja Hoffmannin mukaan (2005) m. erector spinae aktivoitui 37% maksimitehostaan *bonsai* -asennossa (KUVIO 10.) ja m. rectus abdominis heikohkosti kaikissa testiliikkeissä (6-27% henkilön maksimaalisesta lihaskontraktiosta). Paras aktivaatio keskivartaloon saatiin asennossa, jossa käsivarsi oli 90° abduktiossa, Flexi-Bar vaakatasossa ja heilutettaessa käsivarsien suuntaisesti. M. obliquus externus aktivoitui heikosti (9-22%) kaikissa harjoituksissa.



KUVIO 10. Bonsai – asento (Bärwinkel – Hoffman 2005).

Bodybladea voidaan käyttää apuna m. serratus anteriorin, m. trapeziuksen keskiosan, m. trapeziuksen alaosan tai vatsan stabiilaattoreiden sekä

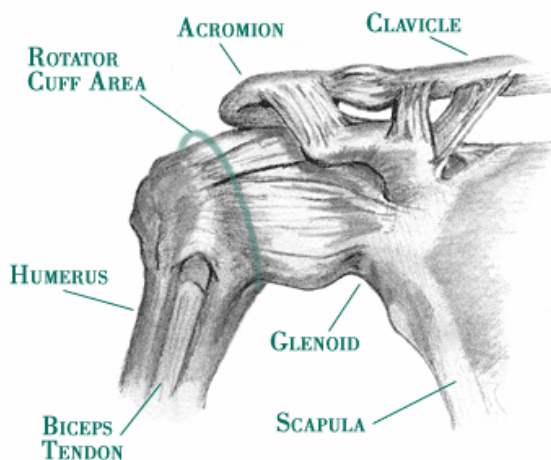
syvien kaulan fleksoreiden fasilitoinnissa. M. serratus anterior on usein liittynyt m. external oblique abdominalikseen. Siksi yhteys hartiarenkaan lihasten ja vatsalihasten välillä tulisi huomioida suunniteltaessa näiden alueiden harjoitteita. (Hertling – Kessler 2006: 819-820.)

4.5 Flexi-Bar-harjoittelun indikaatiot ja kontraindikaatiot

Flexi-Barin edustajat suosittelevat harjoittelua mm. seuraaviin tuki- ja liikuntaelimistön ongelmiin: osteoporoosi, nikamakulumat, välilevyongelmat, niska-hartiaseudun vaivat, reuma (ei akuuttivaiheessa), lantionpohjan lihasten heikkous sekä leikkausten ja vammojen jälkeinen kuntoutus. Leikkausten jälkeen (mm. selkä, olkapää) Flexi-Bar-harjoittelun voi aloittaa usein heti pintahaavan parannuttua kivuttomissa alkuasennoissa: esimerkiksi leikatun käden kyseessä ollessa harjoittelun voi aloittaa terveellä kädellä, värähtelyn edetessä vaikuttamaan myös leikattuun käteen. (Alloplast 2007.)

Flexi-Bar-harjoittelua ei suositella akuutin tulehduksen, kivun tai infektiosairauden aikana, yli liikuvien nikamien kyseessä ollessa, jos raajoissa on tunnottomuutta, syöpähoitojen aikana eikä raskauden viimeisellä kolmanneksella (Alloplast 2007; Immonen 2007:7).

5 HARTIARENKAAN ANATOMIAA JA BIOMEKANIikkaa



KUVIO 11. Olkapää (The Orthopedic Center of St. Louis 2007).

Olkapään normaali toiminta ja stabiileetti ovat tärkeitä jokapäiväisen elämän kannalta, ja ne ovat riippuvaisia lihasten ja capsuloligamenttirakenteiden välisestä tasapainosta. Glenohumeraalinivel on kehomme liikkuvin nivel ja sen liikkuvuus on saavutettu stabiileetinkin kustannuksella. **Glenohumeraalinivelen stabiileetilla** tarkoitetaan kykyä pitää tai nopeasti palauttaa olkaluun pää keskelle cavitas glenoidalista yläraajan liikkeen aikana. (Casonato – Musarra – Frosi –

Testa 2003: 70; Hess 2000: 63; Saresvaara – Ojala 2000: 88-89.)

Olkanivelkompleksi koostuu useista nivelistä, lihaksista, ligamenteista, bursista ja nivelkapseleista. Anatomisia niveliä ovat glenohumeraalinivel, acromioclavicularinivel sekä sternoclavicularinivel. Lisäksi olkanivelkompleksiin kuuluu lapaluun ja rintakehän välinen nivel, joka ei ole aito anatominen nivel. Olkanivelen liike edellyttää alaraajoista ja rangasta sormiin asti ulottuvan liikkeen tasapainoa. Tutkimusten mukaan olkapään liikettä edeltää aina lantion alueen stabiloivien lihasten aktivaatio. Koska hartiarenkkaan nivelet toimivat linkitettyinä ketjuna, jo yhden linkin heikkous, kipeytyminen tai instabiilius heikentävät koko olkanivelkompleksin toimintaa. (Hess 2000: 66; Neumann 2002: 96- 97.)

5.1 Staattinen stabiliteetti

Nivelpintojen muoto, labrum glenoidalis, nivelen sisäinen paine sekä capsuloligamenttirakenteet ovat kriittisiä tekijöitä olkanivelen stabiliteetin ja liikkuvuuden kannalta. Olkanivelen normaalin liikkeen aikana vain 25-30% humeruksen päästä on kontaktissa fossa glenoidaliuksen kanssa. Tämä nivelpintojen kontaktin vähyys johtaa olkanivelen luontaiseen instabiliteettiin. Olkanivelen suhteellista löysyyttä esiintyy siis usein myös ilman instabiliteettiin liittyviä oireita. (Hess 2000:64; Myers – Wassinger – Lephart 2006:197; Wilk – Arrigo – Andrews 1997:364-365.)

Glenohumeraalinivelen **nivelkapseli** antaa nivelelle vain vähän tukea, sillä se on suuri ja löysä. Normaalisti glenohumeraalinivelen kapseli on ilmatiivis ja kapselin sisällä on vain hyvin vähän nestettä. Tämä rajoitettu nesteen määrä auttaa ylläpitämään nivelen stabiliteettia pitämällä nivelpintoja yhdessä nivelnesteen viskositeetin ja intermolekylaaristen voimien avulla. Jos nämä ominaisuudet häiriintyvät esimerkiksi punktion tai kapselin repeämisen seurauksena, johtaa se usein nivelen subluksaatioon. (Wilk ym. 1997: 372)

Labrum glenoidaliuksen rooli olkaniveltä stabiloivana rakenteena on ollut pitkään kiistanalainen. Labrum syventää fossa glenoidalista 2,5-5 mm. Se mahdollisesti toimii yhdessä nivelen kompressiovoimien kanssa stabiloiden niveltä sen liikeradan keskiosassa, jolloin ligamentti- ja kapselirakenteet ovat löysinä. Stabiliteettiin labrum vaikuttaa myös lisäämällä nivelpinnan kokoa ja merkitystä on myös sillä, että inferiorinen glenohume-

raaliligamentti sekoittuu labrumin alaosaan. Labrum glenoidalis muodostaa nivelkapselin ja nivelnesteen kanssa niveleen tyhjiön, joka imullaan stabiloii niveltä. (Viikari-Juntura – Vasenius – Björkenheim 2003:120; Wilk ym. 1997: 368.)

Glenohumeraaliligamentit sekä m. subscapulariksen janteen kiinnityskohta vahvistavat nivelkapselia anteriorisesti. Posteriorisesti kapselia vahvistavat m. infraspinatuksen ja m. teres minorin janteet. Superioriset kapselirakenteet vaikuttavat eniten nivelen stabiliteettiin, kun olkavarsi on abduktiossa, ja superiorinen glenohumeraaliligamentti estää humeruksen anteriorista ja inferiorista translaatiota. Inferiorisesti kapselilla ei ole sitä vahvistavia rakenteita. (Ginn 2003:236; Hess 2000:64; Hayes – Callanan – Walton – Paxinos – Murrell 2002:498-499; Wilk ym. 1997:369-374.)

Keskimmäinen glenohumeraaliligamentti pääasiassa rajoittaa humeruksen anteriorista translaatiota abduktion alimmilla ja keskiliikeradoilla mutta myös rajoittaa ulkorotatiota neutraaliasennosta 90° abduktioon. Inferioriset rakenteet stabiloivat niveltä eniten liikeradalla 90° abduktiosta kohti täyttä elevaatiota. Inferiorisen glenohumeraaliligamentin inferiorinen osa rajoittaa elevaatiota ja suojaa nivelen anteriorista osaa elevaation aikana. Ligamentin posteriorinen osa stabiloii olkaniveltä posteriorista subluksaatiota vastaan elevaation ja sisärotaation aikana. Inferiorinen glenohumeraaliligamentti on ensisijainen staattinen rajoittaja humeruksen anteriorista, posteriorista ja inferiorista translaatiota vastaan, kun humerus on yli 45° abduktiossa. (Hess 2000:64, Hayes ym. 2002:498-499, Wilk ym. 1997:369-374)

5.2 Dynaaminen stabiliteetti

Koska olkanivel on hyvin liikkuva, ei staattinen stabiliteetti usein riitä, ja tarvitaan dynaamista stabiliteettia, jotta olkanivel pysyisi terveenä. Olkapään mekaaniset stabilisatiomekanismit eivät pelkästään fyysisesti rajoita humeruksen pään liikettä, vaan vaikuttavat stabiliteettiin myös keräämällä proprioseptiivista informaatiota keskushermostolle, jossa palaute yhdistyy muiden somatosensoristen, vestibulaaristen ja näköaistimusten kanssa. Tämä johtaa lopulta dynaamisten stabilaattoreiden efferentin kontrollon syntymiseen. Dynaaminen stabiliteetti saavutetaan rotator cuffin ja olkapään lihaksiston muodostamien parien yhteistyön avulla. (Myers ym. 2006:197; Reinold – Macrina – Wilk – Andrews 2006:24.)

Proprioseptiikalla tarkoitetaan kehon perifeerisistä osista tulevaa afferenttia informaatiota, joka vaikuttaa nivelen stabiliteettiin, asennon hallintaan ja motoriseen kontrolliin. Proprioseptio jaetaan kolmeen eri alaluokkaan: nivelen asentotunto, kinestesia ja voiman aistiminen. Nivelen asentotunnolla tarkoitetaan nivelen asentoa ja orientaatiota tilassa koskevan informaation arviointia ja tulkintaa. Kinestesiällä taas tarkoitetaan kykyä arvioida ja tulkita nivelen liikkeitä. Voiman aistiminen on kykyä arvioida ja tulkita voimaa, joka kohdistuu niveleen tai syntyy nivelessä. (Myers ym. 2006:198.)

Jotta olkanivel voi toimia normaalisti, on proprioseptiikan toimittava. Proprioseptiivinen informaatio on lähtöisin mekanoreseptoreista, jotka ovat perifeerisiä afferentteja sensorisia neuroneita, joita on lihaksissa, jänteissä, faskioissa, nivelkapseleissa, ligamenteissa ja niveltä ympäröivässä ihossa. Ne ovat mekaanisesti herkkiä reseptoreita, jotka viestittävät mekaanisesta kudosten deformaatiosta frekvenssimoduloituina neuronalsina signaaleina keskushermostoon afferenttien sensoristen ratojen kautta. Nivelen stabiliteetista huolehtiva jatkuva lihastoiminta ei riipu ainoastaan aivokuorelle ohjelmoiduista malleista vaan myös kinesteettisen viestinnän perusteena olevasta feedback-palautejärjestelmästä. Toiminnallisten liikkeiden vaatima nivelsuojaus edellyttää tarkkaa ja herkkää informaatiota: feedback-järjestelmä on monimutkainen ja perustuu mekanoreseptorien toimintaan. (Myers ym. 2006:198; Richardson – Hides 2005: 77.)

Niveltä ympäröivien lihasten jänteellä on merkitystä stabiliteetille. Lihakset vastustavat nivelen ulkoisten ja sisäisten kuormien aiheuttamaa muutosta ja pyrkivät jousen tavoin palaamaan venytyksestä normaaliin asentoonsa. Lihäsjänteiden ja nivelen stabiliteetin yhteyttä tutkittaessa on lihasjäykkyydessä erotettu sisäinen jänveys (viskoelastiset ominaisuudet ja aktiini- ja myosiinisäikeiden sidokset) ja refleksin aiheuttama jänveys, joka riippuu motoneuronien herkkyydestä reagoida venytyksen aiheuttamaan lihasspindelien viestiin. (Richardson– Hides 2005: 78.)

Glenohumeraalinivelen ollessa vapaana sivulla, nivelkapselin yläosa ja coracohumeraallinen ligamentti stabiloivat nivelen nivelkuoppaan ilman lihasten aktivaatiota. Kun yläraajaa liikutetaan, laukeaa jännitys nivelkapselin yläosasta ja ligamenteteista, jolloin rotator cuffin lihakset alkavat kannatella humerusta. (Saresvaara ym. 2000:88-89.)

Rotator cuffin lihasten voima, dynaaminen suorituskyky ja kestävyys ovat ensisijaisen tärkeitä stabiliteetin luomisessa ja ligamentteihin kohdistuvan rasituksen vähentämi-

sessä. Rotator cuff on lihaksista ja jänteistä koostuva kompleksi, jonka muodostavat m. supraspinatus superiorisesti, m. subscapularis anteriorisesti ja m. infraspinatus sekä m. teres minor posteriorisesti. Rotator cuffin jänteet sekoittuvat nivelkapselin kanssa, ja niitä voidaan myös pitää dynaamisina ligamentteina. Lähellä kiinnityskohtiansa nämä lihakset liittyvät yhdeksi jatkuvaksi ”nauhaksi”, minkä seurauksena yhden lihaksen kontraktiota ei voida erottaa vain siinä lihaksessa tapahtuvaksi, vaan se vaikuttaa myös vieressä olevien lihasten kiinnityskohtiin. Esimerkiksi m. infraspinatuksen aktivaatio voi johtaa tensioon m. supraspinatuksen jänteessä. Tämä on tärkeää huomioida olkapään kuntoutuksessa, esimerkiksi m. supraspinatuksen repeämän ollessa kyseessä. Rotator cuffin tärkein stabiloiva vaikutus perustuu siihen, että samalla kun sen lihakset osallistuvat glenohumeraalinivelen liikkeisiin, ne painavat humeruksen päätä fossa glenoidalista vasten varmistaen sen pysymisen nivelkuopassa. (Hess 2000:64, Viikari-Juntura ym. 2003:120.)

Humeruksen pää ei liiku fossa glenoidaliuksen keskeltä enempää kuin keskimäärin 0,3 mm abduktiossa lapaluun tasossa. Kun rotator cuffin lihakset ja m. deltoideus väsyvät, humeruksen pää pääsee liikkumaan superiorisesti jopa 2,5 mm, mikä kertoo näiden lihasten tärkeästä stabiloivasta roolista. (Hayes ym. 2002:499; Wilk ym. 1997: 374.)

M. infraspinatus toimii ulkokiertäjänä ja humeruksen pään depressorina. Lisäksi m. infraspinatuksen rooli vaihtelee glenohumeraalinivelen asennosta riippuen. Se stabiloi olkaniveltä estäen humeruksen pään posteriorista subluksaatiota sisärotaation aikana tuottaen anteriorisen voiman kiristämällä posteriorisia rakenteita. M. teres minor toimii yhdessä m. infraspinatuksen kanssa ulkorotaattorina. M. supraspinatus on aktiivinen olkapään elevaation ja abduktion aikana, ja on tärkeä humeruksen pään stabiloinnissa. M. subscapulariuksen toiminta on oleellista nivelen stabiliteetille. M. subscapularis sisältää paljon kollageenia, ja sillä on rooli passiivisena stabiloijana muodostaen esteen humeruksen pään anteriorista translaatiota vastaan. Se toimii sisärotaattorina ja humeruksen pään depressorina stabiloivan tehtävänsä lisäksi. (Hess 2000:65, Viikari-Juntura ym. 2003:120.)

Rotator cuffin lihasten lisäksi olkanivelen stabilointiin osallistuvat m. deltoideus sekä m. biceps brachiiin pitkä pää. Olkanivelen sekundaarisia stabilaattoreita ovat myös m. teres major, m. latissimus dorsi ja m. pectoralis major. Näiden lihasten ensisijainen rooli on tuottaa yhdessä lihassupistus, joka stabiloi humeruksen päätä aktiivisten käsivarren

liikkeiden aikana. Lihakset toimivat yhdessä agonisti-antagonisti -suhteessa ja liikkeen tuottamisen lisäksi ne stabiloivat olkaniveltä. Näiden lihasten optimaalista yhteistointia kutsutaan voimapareiksi tai voimien tasapainoksi. Jos nämä voimat eivät ole tasapainossa, joko niveltä liikuttavien ja stabiloivien lihasten välillä tai anterioristen ja posterioristen stabiloivien lihasten välillä, johtaa se epänormaaleihin nivelen mekanismeihin. (Hess 2000:64; Wilk ym. 1997:369-374.)

M. biceps brachiin roolia olkapään stabilaattorina on pohdittu paljon kirjallisuudessa. Tutkimusten mukaan m. biceps brachii stabiloii olkapäätä erityisesti elevaation keskivaiheilla, mikä saattaisi liittyä sen sijaintiin superiorisen ja keskimmäisen glenohumeraaliligamentin (jotka myös stabiloivat elevaation keskivaihetta) vieressä. M. biceps brachii vahvistaa glenohumeraalinivelen anteriorista stabiliteettia rajoittamalla ulkorotaatiota komprimoimalla humeruksen päätä cavitas glenoidalista vasten. Jos olkapää on instabiili, m. biceps brachii vaikuttaa jopa enemmän olkanivelen stabiliteettiin kuin rotator cuffin lihakset. (Hayes ym. 2002:499; Hess 2000: 66; Wilk ym. 1997:375.)

Lapaluun liikkeiden tarkoituksena on asettaa fossa glenoidalis mahdollisimman hyvään asentoon humeruksen pään kanssa, jotta yläraajan kaikki liikkeet olisivat mahdollisia, eli lapaluu toimii glenohumeraalinivelen dynaamisena stabilaattorina. Painovoima tukee lapaluun rintakehää vasten. Myös SC- ja AC- nivelten tukirakenteet lisäävät lapaluun stabiliteettia. Samanaikainen lapaluun rotaatio ja humeruksen elevaatio on edellytyksenä fossa glenoidaliksen ja humeruksen pään optimaalisen suhteen säilyttämisessä. Scapulothorakaalisen nivelen yksi tärkeimmistä tehtävistä on dynaamisesti säilyttää olkapään lihasten välinen pituus-voimasuhde. Jos tämä suhde muuttuu, koko hartiaarenaan toimintakyky voi selvästi heiketä. Scapulothorakaalisten lihasten heikkouden eli lapaluun stabiliteetin puutteen on esimerkiksi todettu aiheuttavan sekundaarista subacromiaalista impingement -syndroomaa. (Hayes ym. 2002:499; Saresvaara ym. 2000: 101-102; Schmitt – Snyder-Mackler 1999:31; Wilk ym. 1997:375.)

M. trapezius ja m. serratus anterior ovat tärkeimmät **lapaluuta stabiloivat lihakset**. Lisäksi lapaluuta stabiloivat m. levator scapulae, m. rhomboideus major, m. rhomboideus minor, m. pectoralis minor ja m. latissimus dorsi. Yhdessä m. serratus anterior ja m. trapezius aiheuttavat lapaluun kiertymisen lateraalisesti, jotta subacromiaalinen tila säilyisi myös 90° olkavarren elevaation jälkeen. Lapaluun rotaation ensimmäisten 30° aikana m. trapeziuksen yläosa ja m. serratus anteriorin ylemmät säikeet rotatoivat

yhdessä lapaluuta lateraalisesti. Rotaatio lateraalisesti tapahtuu, koska rotaation akseli on lähellä lapaluun mediaalista reunaa. Lapaluun rotaation toisen 30° aikana rotaation akseli siirtyy lateraalisesti kohti acromioclaviculaariniveltä. Tässä vaiheessa m. trapeziuksen alaosalla on yhdessä m. serratus anteriorin kanssa merkittävämpi rooli lapaluun lateraalirotaation säilyttämisessä, sillä m. trapeziuksen yläosa ei enää pysty toimimaan. (Mottram 1997:124-125; Schmitt ym.1999:34.) Osan näistä lihaksista voidaan EMG:n avulla todentaa aktivoituvan tehokkaasti Flexi-Bar –harjoittelussa.

5.3 Toiminnallinen stabiliteetti

Toiminnallisella stabiliteetilla tarkoitetaan riittävän stabiliteetin säilymistä toiminnallista aktiviteettia suoritettaessa. Toiminnallinen stabiliteetti on seurausta mekaanisten ja dynaamisten stabilointimekanismien välisestä vuorovaikutuksesta, jonka välittäjänä toimii sensomotorinen systeemi. Sensomotoriseen systeemiin kuuluvat sensoriset, motoriset ja sentraaliset integraatio- ja prosessointikomponentit, jotka ovat osallisina nivelen stabiliteetin säilyttämisessä. (Myers ym. 2006:197-198.)

Neuromuskulaarinen kontrolli on tärkeä linkki olkapään aktiivisten ja passiivisten stabilaattoreiden välillä. Neuromuskulaarinen kontrolli on alitajuista olkapäätä ympäröivien dynaamisten stabilaattoreiden aktivoitumista liikettä valmisteltaessa ja vasteena liikkeelle ja kuormitukselle. Se tarkoittaa myös jatkuvaa vuorovaikutusta afferenttien ja efferenttien signaalien välillä. Neuromuskulaarisen kontrollin mekanismeja ovat lihas-ten koordinoitu aktivaatio toiminnallisen tehtävän aikana, olkapään lihaksiston koaktivaatio (voimaparit), muskulaariset refleksit sekä lihastonuksen ja lihasjänteveyden säätely. (Myers ym. 2006:198.)

5.4 Stabiliteetin häiriöiden syitä

Olkannivelen liikkeisiin vaikuttavat ylävartalon erilaiset ryhtivirheet, esimerkiksi korostunut rintarangan kyfoosi, joka aiheuttaa lapaluun kiertymistä alas ja sivulle, jolloin fossa glenoidalis kiertyy alaspäin. Kun lapaluu on kiertyneenä, caput humerilla ei ole nivelkontaktia koko nivelpinnallaan, jolloin vapaasti roikkuva humerus joutuu lievään abduktioon. Tämä abduktioasento puolestaan saa aikaan glenohumeraalinivelen kapselin yläosan ja coracohumeraalisen ligamentin löystymisen, jolloin lihakset joutuvat stabiloimaan olkaniveltä silloinkin, kun humerus roikkuu vapaana. Jos tällainen tilanne

jatkuu pitkään, lihakset voivat ylikuormittua ja häiriintynyt biomekaniikka voi myös johtaa verenkiertovaikeuksiin olkanivelen alueella. (Saresvaara ym. 2000:88-89, 106.)

Olkapään stabiloiviin rakenteisiin (capsuloligamenttirakenteet, nivelet, lihakset, jänneet) kohdistuvat vammat johtavat usein mekaaniseen instabiliteettiin sekä proprioseptiikan ja neuromuskulaarisen kontrollin häiriintymiseen. Kun mekaaniset stabilaattorit vaurioituvat, mekanoreseptoreiden stimulaatio vähenee, mikä heikentää sensomotorisen systeemin vaikutusta dynaamisiin stabilaatiomekanismeihin ja nivelen stabiliteettiin. Yhdessä vaurioituneet mekaaniset stabilaatiomekanismit ja sensomotoriset muutokset johtavat puutteelliseen toiminnalliseen stabiliteettiin, mikä voi lopulta johtaa uudelleen vammautumiseen. (Myers ym. 2006:198.)

Sekä olkanivelen instabiliteetin, osteoartriitin että impingementin yhteydessä on todettu proprioseptiikan heikkenemistä. Olkanivelen instabiliteetissa sekä asentotunto, että kinestesia heikkenevät eikä lihasten koaktivaatio toimi normaalisti. Capsuloligamenttirakenteiden vajaan toiminnan sekä proprioseptiikan vajauksen lisäksi instabiliteettiin liittyy usein muutoksia lihasten aktivoitumisjärjestyksessä. Esimerkiksi rotator cuffin lihasten koaktivaatiossa ja m. biceps brachiiin aktivoitumisnopeudessa on todettu puutteita instabiliteetin yhteydessä. Osteoartriitissa olkapään yleinen lihasaktiviteetti on alentunut ja usein esiintyy paikallisia lihasatrofioita. Kivun uskotaan olevan syynä siihen, että proprioseptiiviset signaalit eivät välity normaalisti. Subacromiaalisen impingement -syndrooman yhteydessä on havaittu erityisesti kinestesian heikkenemistä. Sekä impingementin, että rotator cuffin vaurioiden yhteydessä on tavattu muutoksia lihasten aktivoitumisessa. Yleisiä löydöksiä ovat yliaktiivinen m. deltoideuksen keskiosa sekä m. supraspinatuksen, m. infraspinatuksen ja m. subscapulariksen alentunut aktiviteetti, heikentynyt rotator cuffin lihasten koaktivaatio sekä m. trapeziuksen ja m. serratus anteriorin toiminnan vajavuudesta johtuva lapaluun stabiliteetin puute. (Myers ym.2006:198-199.)

On näyttöä siitä, että sensomotoriikan vaikutus nivelen stabiliteettiin voidaan palauttaa esimerkiksi leikkauksen avulla. Uskotaan, että kun nivelkapselin ja ligamenttien tensio palautetaan, niin myös mekanoreseptorien stimulaatio lisääntyy. Esimerkiksi subacromiaalisen dekompression on todettu palauttavan nivelen proprioseptiikan impingement -potilailla. On ehdotettu, että kivulias subacromiaalinen bursa olisi alun perin syynä proprioseptiikan häiriintymiselle. On myös ehdotettu, että afferenttien kipusignaalien

vähentäminen ja samalla suurempi mekanoreseptorien afferenttien signaalien määrä olisi syynä parantuneeseen proprioseptiikkaan leikkauksen jälkeen. (Myers ym. 2006: 199-200.)

6 HARTIARENKAAN STABILITEETIN HARJOITTAMINEN

Terapeuttinen harjoittelu on ohjattua ja valvottua harjoittelua, jonka tarkoituksena on vähentää tai ennalta ehkäistä toimintakyvyn rajoituksia ja häiriöitä. Terapeuttisten harjoitusohjelmien tavoitteena on parantaa ja optimoida toimintaa työssä, kotona ja vapaa-aikana. (Kuukkanen 2000:13 > Thomas 1993; Saal & Saal 1997.) Oletetaan, että harjoittelulla voidaan lihaskunnon, verenkiertoelimistön ja luuston lisäksi vaikuttaa sidekudoksen kollageenisäikeiden voimaan, järjestäytymiseen ja vetolujuuteen, sekä nopeuttaa vaurioituneiden jänteiden ja nivelsiteiden vetolujuuden palautumista. Terapeuttinen harjoittelu etenee kivuttomuuden ja liikelaajuuden normalisoinnin ehdoilla kohti toiminnallista kuntoutusta, jolla pyritään palauttamaan kudosten joustavuus, proprioseptiikka ja voima. (Hertling – Kessler 2006: 123-124.)

Terapeuttisen harjoittelun tärkeys olkanivelen toimintahäiriöiden hoidossa on vasta hiljattain alettu ymmärtää. Olkanivelen instabiliteettiin liittyy yleensä proprioseptiikan ongelmia: sekä asentotunto, että kinestesia heikkenevät eivätkä lihasten aktivoitumisjärjestys ja yhteistyö toimi normaalisti. Ryhtivirheet kuormittavat hartiaseudun lihaksia ja aiheuttavat biomekaniikan ja verenkierron häiriöitä. Rotator cuffin lihasten voima ja kestävyys ovat ensisijaisen tärkeitä stabiliteetin luomisessa ja ligamenttirasituksen vähentämisessä. (Hess 2000:67; Myers ym. 2006: 198-199; Saresvaara ym. 2000:88-89, 106.)

Lephart ja Henry [1995] suosittelevat toiminnallista kuntoutusta olkapääongelmiin, jotta voitaisiin palata vaativiin päivittäisiin askareisiin ja urheiluun. Toiminnallisen kuntoutuksen odotettavissa olevia hyötyjä ovat kasvanut proprioseptiivinen tietoisuus, parantunut dynaaminen stabiliteetti, parantunut liikettä valmisteleva ja reaktiivinen lihasaktiiviteetti sekä normaalien liikemallien palautuminen. (Myers ym. 2006:200.)

Dynaamisten stabilaattoreiden harjoittaminen on tärkeintä toiminnallisen stabiliteetin palauttamisessa ja sen pitäisi keskittyä sekä koordinoituun lihasten aktivoimiseen toi-

minnallisten tehtävien aikana, että lihasten koaktivaatioon ja siitä seuraavaan voimaparien hallintaan (Myers ym. 2006:200).

Eri tutkimusryhmät ovat EMG-mittausten avulla selvittäneet mitkä harjoitteet erityisesti aktivoivat hartiarenkaan lihaksia. Suurin osa tutkijoista on painottanut rotator cuffin kaikkien osien sekä m. deltoideuksen vahvistavien harjoitusten tärkeyttä glenohumeraalinivelen translaation hallinnassa. Koska rotator cuffin lihakset toimivat eri lailla riippuen käsivarren asennosta, on tärkeä myös harjoitella eri asennoissa, jotta saataisiin kaikki motoriset yksiköt aktivoitua. M. infraspinatuksen ja m. teres minorin harjoitukset suoritettuna olkavarsi abduktiossa ovat tärkeitä koska ne vähentävät anterioristen ligamenttirakenteiden rasitusta esimerkiksi heittoliikkeen aikana. Myös m. biceps brachiin, m. latissimus dorsin, m. pectoralis majorin ja m. teres majorin vahvistamista suositellaan tukemaan rotator cuffin lihaksia glenohumeraalinivelen stabiloinnissa. (Casonato ym. 2003:74-77; Hayes ym. 2002:502.)

Wilk ym. (1997:376) suosittelevat lapaluun retraktoreiden (mm. rhomboidei, m. trapeziuksen keskiosa), protractoreiden (m. serratus anterior, m. pectoralis minor) ja lateraalirotaattoreiden (m. trapeziuksen ylimmäiset ja alimmaiset säikeet, m. serratus anteriorin alaosa) harjoittamista parantamaan olkanivelen stabiliteettia. Näiden lihasten heikkous johtaa lapaluun heikkoon toiminnalliseen stabiliteettiin, mikä suoraan vaikuttaa glenohumeraalinivelen lihaksiston toimintaan.

Suositteluja liikkeitä ovat käsivarren abduktio lapaluun tasossa (peukalo alaspäin/ylöspäin), soutuliike, punnerrus (push-up with plus; työnnetään yläasennossa yläselkä pyöreäksi lapojen välistä), press-up, käsivarren fleksio, käsivarren horisontaaliabduktio käsi ulkokierrossa (plintillä vatsallaan maaten) ja hartian kohotukset (Casonato ym. 2003:74-77; Hayes ym. 2002:502). Näistä liikkeistä Flexi-Barille voidaan soveltaa abduktiota lapaluun tasossa, soutuliikettä ja punnerrusta.

Lapaluuta kontrolloivien lihasten heikkous on yleistä potilailla, jotka kärsivät impingement -syndroomasta tai instabiliteetista. Impingement -syndrooman subakuutin vaiheen hoidossa stabiliteettiharjoittelu on liikkuvuusharjoitusten ja kapselikireyksien vähentämisen lisäksi tärkeää. Vaikka lapaluuta ympäröivien lihasten rooli ja vaikutus olkapään patologiaan on vielä epäselvä, näyttää näiden lihasten vahvistaminen silti olevan tär-

keää. On tärkeää kasvattaa lihasvoimaa parantamaan sekä stabiliteettia, että lihastaspainoa. (Casonato ym. 2003:70,81; Rousi 1999.)

Stabilointiharjoitteiden avulla opetetaan kontrolloimaan vartalon proksimaalisia osia ja säilyttämään vakaa, hyvin aseteltu (*well-aligned*) asento samalla, kun tehdään toiminnallisia tehtäviä. Stabiliateettiharjoitteilla voidaan oppia eriyttämään ja kehittämään staattista ja dynaamista voimaa stabiloivissa lihaksissa. (Kisner – Colby 1996:19-20.) Koska scapulothorakaaliset lihakset ovat posturaalisia lihaksia, tulisi niiden harjoittaminen tehdä pienillä kuormilla ja suurella toistomäärällä. Lihaskestävyyden harjoittaminen on lihasvoimaharjoitusten ohella tärkeää, sillä humeroscapulaarisen rytmin ongelmat voivat olla yhteydessä lihasten väsymiseen. Potilaan itsehoitoon ohjaaminen on tärkeää (Casonato ym. 2003:82).

Flexi-Barin väitetään olevan tehokas väline mm. syvien sekä pinnallisten lihasten harjoittamiseen, ryhdin parantamiseen ja lihastaspainon korjaamiseen. Sen väitetään vaikuttavan lihasten konsentris-eksentrisiin toimintatapoihin, dynaamiseen voimakestävyyteen ja antavan proprioseptisiä ärsykeitä. (Alloplast 2007; Bärwinkel - Hoffmann 2005:22.)

6.1 Proprioseptiivinen harjoittelu

Proprioseptiivisestä harjoittelusta on todettu olevan hyötyä paitsi neuromuskulaaristen toimintahäiriöiden kuntoutuksessa, mutta myös vammojen ennaltaehkäisyssä ja motorisen suorituskyvyn harjoittamisessa. Vaikka proprioseptiivista harjoittelua on vaikeampi toteuttaa yläraajan osalta kuin alaraajan, on se silti erittäin tärkeä osa olkapään harjoittelua. Koska olkapään proprioseptiiviset ominaisuudet muistuttavat polven vastaavia ominaisuuksia, ja polven proprioseptiivisen harjoittelun hyödyistä on näyttöä, ja koska Flexi-Barin toiminta vastaa polven kuntoutuksessa toimiviksi todettuja periaatteita, voidaan olettaa, että Flexi-Bar-harjoittelusta on hyötyä olkapään proprioseptiikan harjoittamisessa. (Kassenböhmer 2005:9; Rieger ym. 2003: 976-981.)

Harjoittelun vaikutuksista olkapään sensomotoristen mekanismien palauttamisessa on jonkin verran näyttöä. Olkapään plyometrisen eli lihaksen venymis-lyhenemis-refleksiin perustuvan harjoittelun on osoitettu parantavan proprioseptiota uimareilla, joten oletetaan, että toistuva eksentrisen kuormitus ja siitä seuraavat lihaksen pituus-jännitys muu-

tokset ääriiikeradoilla paransivat sekä mekaanisten, että dynaamisten stabilaattoreiden proprioseptiivista tietoisuutta. Sekä avoimen, että suljetun kineettisen ketjun harjoitteiden on osoitettu parantavan olkanivelen asentotuntoa. Suljetun kineettisen ketjun harjoitteiden on osoitettu fasilitoivan olkapäätä ympäröivien lihasten koaktivaatiota toiminnallista stabiliteettia lisäten. Suljetun kineettisen ketjun liikkeiden aikana nivelpinnat ovat tiiviimmin yhdessä, mikä lisää mekanoreseptorien stimulaatiota. Myös sentraaliset mekanismit ovat mukana suljetun kineettisen ketjun harjoitteissa, sillä harjoitusvaikutuksia on todettu molemmissa olkapäissä, vaikka olisi harjoiteltu vain toisella puolella. (Myers ym. 2006:200)

Flexi-Bar mahdollistaa kehon paremman tiedostamisen värähtelyn ”tunnistamisella” ja kehittää motorista koordinaatiota (Alloplast 2006b; Immonen 2007:6).

Ainakin kaksi tutkimusta tukee väitettä aktiivisen värinäharjoittelun hyödyttävän proprioseptiikan harjoittamisessa. Schulte ja Warner (2001) kirjoittivat Daviesin ja Dickoff-Hoffmanin tutkimuksesta, jossa arvioitiin tuolloin melko tutkimattomien, mutta käytössä olevien oskilloivien harjoitusvälineiden Bodybladen ja B.O.I.N.G. :in tehoa proprioseptisessä harjoittelussa

terveillä baseballia ja softballia pelaavilla opiskelijoilla. Tutkimuksen tuloksena oli, että oskilloivien harjoitusvälineiden käyttö on tehokasta parantamaan proprioseptiikkaa. Tutkijat olettavat, että tämä

johtuu neuromuskulaarisen kontrollin ja motorisen oppimisen yhdistelmästä; käyttääkseen B.O.I.N.G.- tai Bodyblade-harjoitusvälinettä tarvitaan motorisen suorituksen hienosäätöä (*precise motor execution refinements*) yhdistettynä lihasvoimaan ja -koordinaatioon. Välineillä tuotetaan rytmistä supistusta agonistin ja antagonistin välillä, ja hypoteesina oli, että halutun liikkeen aikaansaaminen edellyttää neuromuskulaarista kontrollia ja proprioseptisen palautteen tulkintaa. Tutkijat eivät kuitenkaan väitä, että juuri nämä välineet olisivat välttämättömiä harjoitettaessa proprioseptiikkaa vaan muutkin oskilloivat välineet (esimerkiksi nyrkkeilyharjoittelussa käytettävä päärynäpallo) voivat hyödyttää vastaavanlaisessa harjoitusprotokollassa. (Schulte – Warner 2001.)



KUVIO 12. B.O.I.N.G. poikkeaa Flexi-Barista, Propriomedistä, Stabystä ja Bodybladesta siten, että vain kepin toisessa päässä on paino ja kädensija on kepin toinen pää (OPTP 2007).

Kassenböhmer (2005) tutki värinäharjoittelun vaikutusta hartiasseudun lihasvoimaan ja proprioseptisiin ominaisuuksiin. Tutkimuksessa oli mukana kolme testiryhmää, jotka koostuivat lentopallonpelaajista. Ensimmäinen ryhmä harjoitteli Flexi-Barilla (ensimmäiset 2 viikkoa normaalilla Flexi-Barilla ja sen jälkeen Flexi-Bar Athleticilla, joka on Flexi-Barin jäykempi versio), toinen Thera-Bandilla ja kolmas ryhmä harjoitteli kuten ennenkin. Harjoittelua kesti 3 kuukautta, ja proprioseptiikan ja isokineettisen lihasvoiman testaus, olkapään toiminnan kliiniset testit sekä subjektiivinen kyselylomake tehtiin ennen ja jälkeen harjoitusjakson. Subjektiivisen kyselylomakkeen tulokset olivat positiiviset, Flexi-Bar-harjoittelun uskottiin tuoneen hyviä tuloksia olkapään toiminnan kannalta, mutta lihasvoima ei lisääntynyt toisin kuin Rieger ym. (2003) tutkimuksessaan esittävät. Flexi-Bar-harjoittelu paransi olkapään proprioseptiikkaa kaikissa käytetyissä testeissä, kuten myös havaitsivat Schmidt-Wiethoff ym. (2000:334) tutkimuksessaan toiminnallisista olkapääongelmista ja lihasepätasapainosta yliolan-lajien urheilijoilla.

6.2 Lihasten voimaominaisuuksien harjoittaminen ja EMG-aktiivisuus

Voimanlisäys edellyttää muutoksia hermolihaskäytössä sekä supistumattomissa kudoksissa. Lihassolujen koko kasvaa (hypertrofia), suurempi määrä motorisia yksiköitä aktivoidaan ja luut, jänneet ja ligamentit vahvistuvat niinkään progressiivisessa harjoittelussa adaptoituessaan kuorman vaatimuksiin. Alun nopea voimanlisäys voi kuitenkin johtua motorisesta oppimisesta eli ns. neuraalisesta adaptaatiosta. (Kisner –Colby 1996: 15-16).

Flexi-Bar-harjoittelun teho riippuu heilutusliikkeen laajuudesta ja intensiteetistä. Heilutuksen kesto on useimmiten 20 sekunnista ylöspäin. Flexi-Bar-harjoittelu on lihasvoiman lajeista luonteeltaan joko aerobista tai anaerobista kestovoimaharjoittelua, sillä se edellyttää yli 20 sekunnin kestoista voiman tuottamista, kuormaltaan 0-60% maksimitehosta. Vaikutuksiltaan kestovoimaharjoitukset kohdistuvat hermolihaskäytelmään ja aineenvaihduntaan. (Mero – Nummela - Keskinen 1997: 147, 155.) Flexi-Bar-harjoittelulla ei voi tapahtua hypertrofiaa, sillä lihasaktivaation taso ei ole riittävä (Bärwinkel – Hoffmann 2005:82). Hypertrofia edellyttää 60-90 % tehoa maksimikuormasta (Häkkinen – Mäkelä – Mero 2004:263 > Häkkinen 1990).

Bärwinkel ja Hoffmann (2005) mittasivat m. trapeziuksen keski- ja alaosan, m. pectoralis majorin, m. deltoideuksen, m. latissimus dorsin, m. biceps brachiin, m. triceps

brachiin, m. erector spinae, m. rectus abdominis ja m. obliquus externus abdominis EMG-aktiiviteettia Flexi-Bar-harjoittelun aikana. Harjoitteita oli kuusi erilaista, joista kaksi tehtiin uudelleen maksimaalisella intensiteetillä. Ensimmäinen harjoitus oli samanlainen kuin oman kokeemme harjoitus 12 (LIITE 1. Harj. 12) eli heilutus kädet alhaalla vartalon edessä. Siinä kaikkien lihasten aktivaatio jäi vähäiseksi. Toinen, Bonsai -harjoitus (KUVIO 10.), toi jo korkeampia aktiiviteettilukuja: m. deltoideus (etuosa 24%, keskiosa 38%, takaosa 29% maksimaalisesta lihaskontraktiosta), sekä koko rotator cuffin lihaksisto aktivoitui tässä liikkeessä erinomaisesti. Kolmannessa testiliikkeessä (LIITE 1. Harj. 1b) m. deltoideus (etuosa 25%, keskiosa 27%) ja m. pectoralis major olivat erityisen aktiivisia. Tämä voidaan perustella sillä, että nämä lihakset vastaavat anteversiosta, ja liikkeessä käytetty vasaraote vahvistaa aktiviteettia entistään. Liikkeen vahvimmin aktivoituva lihas oli kuitenkin m. biceps brachii, joka tekee päätyön heilutusimpulssin antamisessa. Neljännessä harjoituksessa (LIITE 1. Harj. 2b) aktivoituu m. deltoideuksen keskiosa eniten (38%), sillä Flexi-Baria pidetään vaakasuorassa asennossa myötäotteella. Viidennessä harjoituksessa (LIITE 1. Harj. 5) korkeimmat aktivaatiotasot saavutti m. trapeziuksen keskiosa (38%); kaiken kaikkiaan tämä harjoitus aktivoi olkaniveltä ja kyynärniveltä ympäröiviä lihaksia hyvin. Kuudennessa harjoituksessa (LIITE 1. Harj. 6a) m. deltoideuksen keskiosa (45%) oli taas aktiivisin. M. pectoralis majorin aktiiviteetti oli taas hyvä kuten muissakin liikkeissä, joissa oli mukana olkapään anteversio ja abduktio.

Listerin ym. (2007) tutkimus vertaili lapaluun stabilaattorien aktiiviteettiä Bodybladea, rannepainoja ja Thera-Band -kuminauhaa käytettäessä. Pinta-EMG:llä kerättiin tietoa m. trapeziuksen ylä- ja alaosasta ja m. serratus anteriorista olkanivelen fleksiossa ja abduktiossa. Tutkijat pohjaavat tutkimuksensa olkaniveltä ympäröivien lihasten merkitykseen stabiliteetille ja toiminnan eheydelle; rotator cuff-lihasten ja deltoideusten tulee toimia yhteistyössä ja lavan stabilaattorien tulee toimia synergisteinä. Tutkimuksessa fleksion ja abduktion EMG-signaalin arvot olivat merkitsevästi suuremmat käytettäessä Bodybladea, kuin rannepainoa tai kuminauhaa: tulos osoitti että Bodyblade tuottaa suurempaa aktiiviteettiä lavan stabiloijiin kuin perinteiset välineet. Tutkijat pohtivat tuloksen voivan johtua Bodybladen luonteen aiheuttamasta lisävastuksesta; välineen painon lisäksi oskillaatioliikkeen tuottaminen ja oskillaatioliikkeen jatkuvuuteen reagoiminen valjastavat enemmän motorisia yksiköitä kuin kuminauhan tai käsipainon pelkän ulkoisen vastuksen voittaminen. Listerin ym. (2007:60) mukaan aiemman tutkimuksen nojalla värähtelyharjoittelun lihasaktiivisuutta lisääviä tekijöitä ovat sekä gravitaatio-

sen kuorman kasvu, [mm. Bosco 1999, 2000, 2003] että värähtelyn oletettu vaikutus lihasspindelien aktivoitumiseen ja venytysrefleksin vahvistumiseen. Tätä kautta myös α -motoneuronien aktiivisuus lisääntyy. [Hagbarth – Eklund 1965.] (Lister ym. 2007: 50-60.)

Rieger ym. (2003) tutkivat Bodyblade -harjoittelun vaikutusta keskivartalon lisäksi myös yläraajaan EMG:n avulla. Erityisesti olkavarsi abduktiossa Flexi-Bar pystyssä (LIITE 1. Harj. 5) aktivoituivat hartiarenkaan sekä olkavarren lihakset erityisen intensiivisesti. Olkavarsi abduktiossa Flexi-Bar horisontaalisesti (LIITE 1. Harj. 6a) oli samansuuntaisia vaikutuksia, tosin aktiviteettitasot jäivät jonkin verran alhaisemmiksi. Riegerin ym. (2003) tutkimuksessa käytettäessä Bodybladea parhaiten m. serratus anterior aktivoitui kädet pään päällä tehtävissä harjoituksissa (LIITE 1. Harj. 7 ja 8), mutta Riegerin käyttämää heilutussuuntaa ei tiedetä.

Sugimoto ja Blanpied (2006) tutkivat lihasten EMG-aktiivisuuden sijaan harjoittelun vaikutuksia voimaan: Bodybladea suositellaan olkapään postoperatiiviseen harjoitteluun, kiertäjäkalvosimen lihasten vahvistamiseen ja keskivartalon stabilaattorien harjoitteisiin; myös vammattomilla henkilöillä. Sugimoto ja Blanpied halusivat tutkia Bodybladea, sillä sen harjoitteluvaikutuksia olkapään kiertäjien voimaan ei tunneta. He vertasivat tutkimuksessaan Bodyblade-harjoitteiden ja kuminauhalla tehtyjen harjoitteiden vaikutuksia olkapään sisä- ja ulkokiertäjien isokineettiseen ja isometriseen voimaan kahdeksan viikon harjoittelujaksolla. Bodybladella harjoitteleiden voimanlisäys ei ollut tilastollisesti merkitsevää verrattuna kontrolliryhmään tai kuminauhalla harjoitelleisiin. (Sugimoto - Blanpied 2006:280-285.)

Kassenböhmerin (2005) Flexi-Bar-tutkimuksessa lentopalloilijoiden hartiaseudun lihasvoima ei lisääntynyt. Syynä tähän saattaa olla se, että koehenkilöt harjoittelivat osittain itsenäisesti, eikä harjoittelun säännöllisyyttä voitu varmistaa. Myöskään harjoittelu ei välttämättä ollut tarpeeksi tehokasta, jotta lihasvoima olisi kasvanut. Yksittäistapauksissa saatiin harjoittelusta erittäin positiivisia tuloksia. Ennen harjoittelujaksoa saadut positiiviset tulokset kliinisissä impingement -testeissä vaihtuivat harjoittelun jälkeen negatiivisiksi yhdellä koehenkilöllä, muilla testit olivat alun perin negatiiviset. Tutkimuksen otos on kuitenkin liian pieni, jotta tuloksia voitaisiin yleistää. Näyttäisi kuitenkin siltä, että Flexi-Bar-harjoittelu vaikuttaa tehokkaammin hartiarenkaan lihasvoimaan ja proprioseptiivisiin ominaisuuksiin kuin harjoittelu Thera-Bandilla.

7 TULOKSET

Kun verrataan perinteisiä harjoittelumenetelmiä, kuten rannepainoa tai kuminauhaa, lapaluun stabilaattorit aktivoituivat paremmin käytettäessä aktiivista värinäharjoittelua. Voiman lisääntyminen ei kuitenkaan ollut merkittävästi havaittavissa, ja tulokset ovat keskenään ristiriitaisia voiman lisääntymisen suhteen. Proprioseptiikan harjoittamisessa lukemamme tutkimukset osoittivat positiivisia harjoitusvaikutuksia aktiivista värinäharjoittelua käytettäessä.

Tutkimuksissa, joissa oli käytetty EMG-mittausta lihasaktiiviteetin todentamiseen, monet mitatut liikkeet osoittivat hyvää EMG-aktiiviteettia, erityisesti verrattuna perinteisiin välineisiin. Omassa EMG-mittauksessamme samat liikkeet osoittautuivat hyvin harjoitarenkaan lihaksistoa aktivoiviksi, mutta parasta aktiiviteettia mittauksessa tuottivat liikkeet, joita ei ollut käytetty muissa tutkimuksissa. Lapaluun stabiliteetin kannalta tärkeitä lihaksia parhaiten aktivoivat liikkeet - joissa saavutettiin suurin EMG-aktivaatio tai jotka aktivoivat hyvin useita lihaksia – olivat:

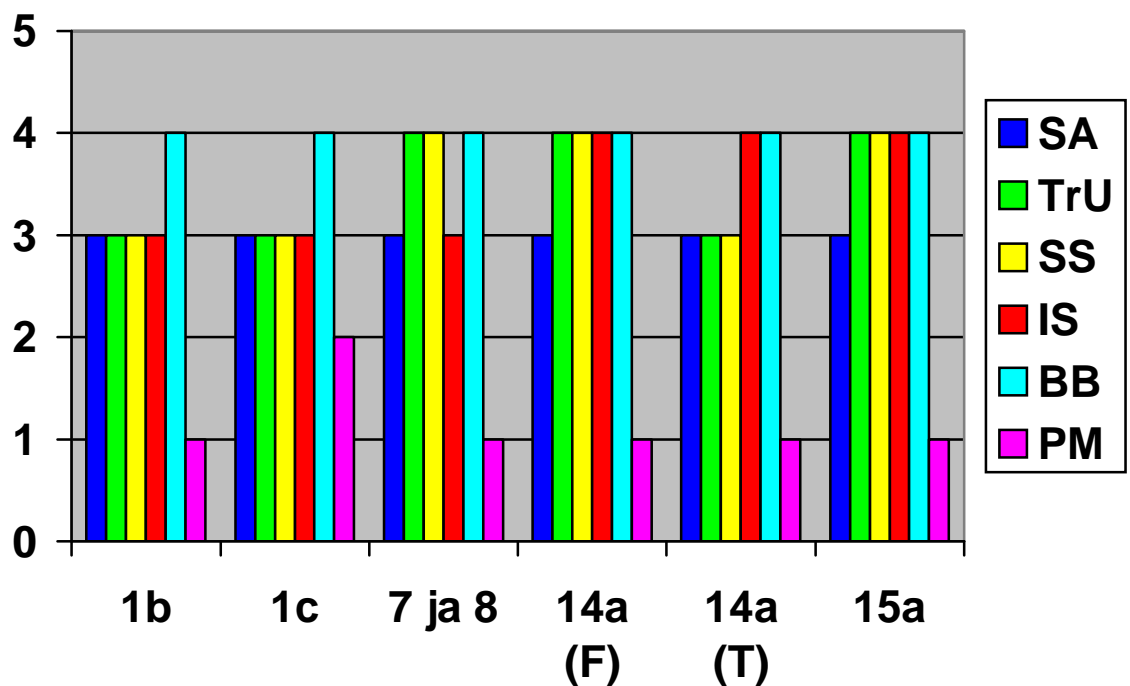
- heilutus ylhäällä molemmiin käsiin Flexi-Bar horisontaalisesti sekä frontaali- että sagittaalitasoissa (LIITE 1, harjoitukset 7 ja 8). Näissä liikkeissä aktivoituvat erinomaisesti m. serratus anteriorin alaosa, m. trapeziuksen yläosa, m. supraspinatus ja m. biceps brachiiin pitkä pää. Lisäksi m. serratus anteriorin keskiosa, m. trapeziuksen alaosa ja m. infraspinatus aktivoituivat hyvin. Myös Rieger ym. (2003:980) pitää pään päällä tehtäviä liikkeitä hyvinä yleisharjoitteina, joissa lähes kaikille lihaksille saatiin hyvät aktivaatiotasot. Oletetaan kuitenkin, että Riegerin mittauksessa Bodybladea on heilutettu eri suuntiin, kuin meidän mittauksessamme, sillä keskivartalo aktivoituu heidän tuloksissaan niin voimakkaasti.

- perusharjoitus olkavarsi 90° fleksiossa yläraajojen suuntaisesti heiluttaen tehostettuna kurotuksella eteen (harj. 1b) ja horisontaaliadduktiolla (harj. 1c) sai aikaan erinomaista aktivaatiota koehenkilö 1:llä serratus anterioriin, ja koehenkilö 2:lla sen alaosaan. Erinomaista aktivaatiota liikkeen aikana oli myös m. infraspinatussessa, m. biceps brachiiin pitkässä päässä ja koehenkilö 2:lla m. pectoralis minorissa, erityisesti horisontaaliaddukti-

ossa (harj. 1c). Harjoituksessa 1b Bärwinkelin (2005) mukaan ovat m. deltoideus, m. pectoralis major ja m. biceps brachii myös erityisen aktiiviset.

- vatsallaan yläraajat vartalon jatkona (harj.15a) aktivoi erinomaisesti m. serratus anteriorin (koehenkilö 1) ja sen alaosan (koehenkilö 2). Erinomaista aktivaatiota oli myös m. trapeziuksen yläosassa, m. supraspinatuksessa, m. infraspinatuksessa ja m. biceps brachiin pitkässä päässä. (KUVIO 2.)

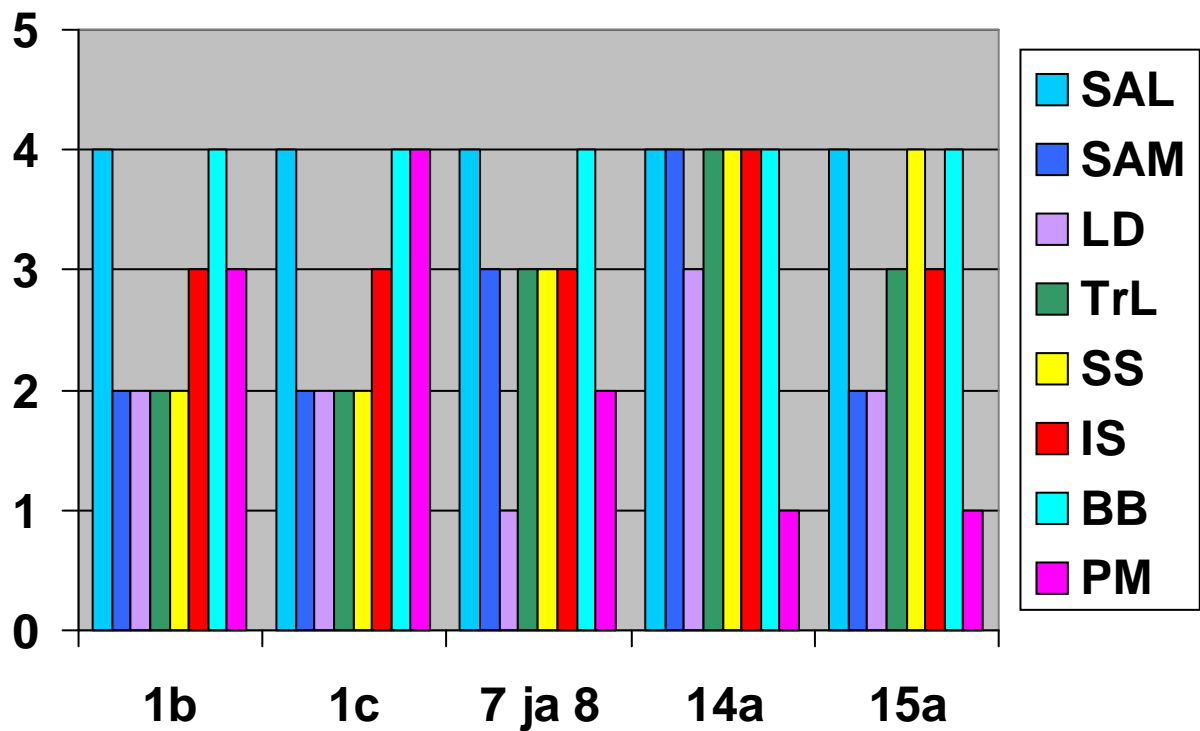
- konttausasento (harj. 14a) oli ehkä eniten mittaamiamme lihaksia aktivoiva harjoitusasento. Erinomainen aktivaatio saavutettiin m. serratus anterioriin molemmilla koehenkilöillä, m. trapeziuksen ylä- ja alaosaan, m. supraspinatukseen, m. infraspinatukseen ja m. biceps brachiin pitkään päähän. Myös tukikäden lihakset aktivoituivat hyvin harjoituksen aikana.



KUVIO 13. Koehenkilö 1.

(F) Flexi-Baria heiluttava yläraaja

(T) tukikäsi



KUVIO 14. Koehenkilö 2.

SA = m. serratus anterior

SAL = m. serratus anterior alaosa

SAM = m. serratus anterior keskiosa

TrU = m. trapezius yläosa

TrL = m. trapezius alaosa

LD = m. latissimus dorsi

IS = m. infraspinatus

SS = m. supraspinatus

BB = m. biceps brachii pitkä pää

PM = m. pectoralis minor

Lihaskohtaisesti parasta aktivaatiota tuottavat liikkeet:

M. Infraspinatus aktivoitui omassa EMG-mittauksessamme molemmilla koehenkilöillä parhaiten samoissa liikkeissä. Parhaat aktivaatiotasot saavutettiin heilutettaessa olkavarsi fleksoituna 90° Flexi-Bar pystyssä (LIITE 1. harj. 1b), olkavarsi fleksoituna 90°, ulko- ja sisäkierrossa (LIITE 1. harj. 2a ja 2b), päinmakuulla kädet ojennettuna varalon jatkoksi (LIITE 1. harj. 15a), sekä konttausasennossa tehtävissä harjoitteissa sekä heiluttavassa, että tukikädessä. (LIITE 1. harj. 14a ja 14b)

M. Supraspinatus aktivoitui hyvin suuressa osassa liikkeistä. Parhaiten 90° fleksiossa, Flexi-Bar horisontaalisesti sisä- ja ulkokierrossa (LIITE 1. harj. 2a ja 2b), sekä 90° ab-

duktiossa Flexi-Bar vertikaalisesti (LIITE 1. harj. 5), ylhäällä molemmin käsin heiluttaen Flexi-Bar horisontaalisesti sagittaali- ja frontaalitasossa (LIITE 1. harj. 7 ja 8), kädet fleksoituna 90 ° eteen (LIITE 1. harj. 4a), päinmakuulla kädet ojennettuna vartalon jatkoksi (LIITE 1. harj. 15a) ja konttausasennossa (LIITE 1. harj. 14a ja 14b).

M. biceps brachii pitkän päään aktivaatio oli omassa EMG-mittauksessamme hyvää tai erinomaista lähes kaikissa liikkeissä. Koehenkilöiden välillä esiintyi kuitenkin jonkin verran eroja, mikä voi selittyä koehenkilö 1:n vähäisemmästä heilutuskokemuksesta, jolloin myös puristusote Flexi-Barista voi olla turhan voimakas. Bärwinkelin Flexi-Bar-tutkimuksessa (2005) heilutettaessa olkavarsi fleksoituna, Flexi-Bar pystysuuntaisena 90° eteen (LIITE 1. harj. 1a) saavutettiin m. biceps brachiille teho 32 % testattavan maksimaalisesta lihaskontraktiosta ja 90° abduktiossa (LIITE 1. harj. 5) 31% teho maksimista. Kaikissa asennoissa, joissa yläraaja ei ollut alhaalla vartalon vieressä, saavutettiin vähintään 20% teho maksimista.

M. pectoralis minor aktivoitui vain harvassa käyttämässämme harjoituksessa. Lisäksi koehenkilöiden välillä oli suuria eroja aktivaatiotasossa. Koehenkilö 1:llä ei löytynyt mitään harjoitetta, jolla olisi saatu lihakselle edes keskinkertaista aktivaatiota. Koehenkilö 2:n kohdalla kuitenkin perusharjoitus olkavarsi 90° fleksiossa yläraajojen suuntaisesti heiluttaen (LIITE 1. harj. 1a) tehostettuna kurotuksella eteen (LIITE 1. harj. 1b) ja horisontaaliadduktiolla (LIITE 1. harj. 1c) saivat aikaan hyvää, jopa erinomaista aktiiviteettia lihaksessa. Koehenkilö 2:lla harjoitus olkanivel 90° fleksiossa molemmin käsin heiluttaen (LIITE 1. harj. 4a) sai aikaan hyvän aktiviteetin.

Lister ym. (2007) mittasivat **m. trapeziuksen** ala- ja yläosien aktivaatiota EMG:llä, ja molemmat osat aktivoituivat tilastollisesti merkitsevästi paremmin, kuin käsipainoilla tai kuminauhalla harjoiteltaessa. Bärwinkelin tutkimuksessa (2005) EMG:llä mitattuna m. trapeziuksen yläosan aktivaatio jäi 15-26 % henkilön maksimaalisesta lihasaktivaatiosta kaikissa tutkituissa liikkeissä. M. trapeziuksen keskiosa aktivoitui Flexi-Bar sivulla pysty- ja vaakatasossa (LIITE 1. harj. 5 ja 6a) hyvin (38% ja 35 %).

Omassa tutkimuksessamme trapeziuksen yläosa (mitattiin vain koehenkilöltä 1) aktivoitui eniten seuraavissa liikkeissä (LIITE 1): 90 ° abduktiossa (harj. 5), yläraaja ylhäällä Flexi-Bar horisontaalisesti frontaalitasossa (harj. 10), molemmat yläraajat ylhäällä Flexi-Bar horisontaalisesti (harj. 7 ja 8), vatsallaan yläraajat vartalon jatkona

(harj. 15a) ja konttausasennossa yläraaja vartalon jatkona (14a). Trapeziuksen alaosan aktivaatiota taas mitattiin vain koehenkilöltä 2. Parhaiten sitä aktivoivat liikkeet olivat: käsivarsi kyljen vieressä poikittain heiluttaen (harj. 11), yläraaja taakse ojennettuna (harj. 13), konttausasento – yläraaja vartalon jatkona ja sivulla (harj. 14a ja 14b) sekä päinmakuu yläraajat selän takana (harj. 15b).

M. serratus anterior aktivoitui Listerin ym. (2007) tutkimuksessa Bodybladella harjoitellessa EMG:llä mitattuna sekä 90° olkapään fleksiossa että 90° abduktiossa (LIITE 1. harj. 5 ja 6a) merkitsevästi enemmän, kuin kuminauhalla tai käsipainolla harjoitellessa. Riegerin ym. (2003) tutkimuksessa käytettäessä Bodybladea parhaiten m. serratus anterior aktivoitui kädet pään päällä tehtävissä harjoituksissa (LIITE 1. harj. 7 ja 8), mutta Riegerin käyttämää heilutussuuntaa ei tiedetä.

Omassa EMG-mittauksessamme koehenkilöltä 1 mitattiin yleisesti m. serratus anteriorin aktivaatiota, koehenkilö 2:lta eroteltiin sen ala- ja keskiosan aktivaatio. M. serratus anterior aktivoitui koehenkilöllä 1 parhaiten seuraavissa liikkeissä (LIITE 1): perusharjoitus olkavarsi 90° fleksiossa yläraajojen suuntaisesti heiluttaen (1a) tehostettuna kurotuksella eteen (1b) ja horisontaaliadduktiolla (1c) ja yläraaja ylhäällä Flexi-Bar horisontaalisesti (10). Koehenkilöllä 2 serratus anteriorin alaosa aktivoitui parhaiten: olkavarsi 90° fleksiossa kurottaen eteen (1b) ja lisättynä adduktiolla (1c), yläraaja ylhäällä, Flexi-Bar horisontaalisesti sagittaalitasossa (9), yläraajat ylhäällä Flexi-Bar poikittain sekä pitkittäin (7 ja 8), olkavarsi 90° fleksiossa, heilutus käsivarsien suuntaisesti (4a), päinmakuulla yläraajat vartalon jatkona (15a), konttausasento yläraajat vartalon jatkona (14a) – mutta erinomainen aktivaatio (4 asteikolla 1-4) katosi, kun yläraaja vietiin sivulle (14b) olka- ja kyynärnivelet 90° fleksiossa, myötäte Flexi-Barista (16b), vastaotteen la aktivaatio oli hieman vähäisempi: 3/4. M. serratus anteriorin keskiosan paras aktiiviteetti saavutettiin yläraaja ylhäällä, Flexi-Bar horisontaalisesti sagittaalitasossa (9), jossa aktivaatio oli hieman parempi kuin samassa asennossa Flexi-Bar frontaalitasossa (10). Lisäksi erinomainen aktivaatio saavutettiin konttausasennossa yläraaja vartalon jatkona (14a).

Heilutettaessa kahdella kädellä edessä kyynärvarret 90° fleksiossa (kuin LIITE 1:n harj. 17, mutta myötäte ja vastakkainen heilutussuunta), **m. latissimus dorsi** aktivoitui 27% maksimaalisesta tahdonalaisesta isometrisestä lihassupistuksesta (Moreside 2007:6). Bärwinkelin tutkimus osoitti heikkoa (11-21%) aktivaatiota kaikissa tutkituissa asen-

noissa (2005:29). Omassa tutkimuksessamme m. latissimus dorsi aktivoitui hyvin ainoastaan päinmakuulla Flexi-Baria selän takana heilutettaessa. (LIITE 1. harj. 15b)

Bärwinkelin (2005) tutkimuksessa kaikki **m. deltoideuksen** osat aktivoituvat kaikissa asennoissa vähintään 22% ja jopa 45% maksimitehosta, paitsi heilutettaessa alhaalla. Yleisesti parhaiten aktivoitui m. deltoideuksen keskiosa. Parhaat asennot olivat heilutettaessa 90° fleksiossa (38%) ja abduktiossa Flexi-Bar pystyssä (45%), ja kun Flexi-Baria pidettiin horisontaalisesti. (LIITE 1. harj. 1a, 5 ja 6a)

Bärwinkelin tutkimuksessa (2005) saatiin paras aktivaatio **m. pectoralis majoriin** 28-30% aktivaatio sekä sivulla 90° abduktiossa Flexi-Bar pysty- ja vaakatasossa, (LIITE 1. harj. 5 ja 6a) että edessä 90° fleksiossa Flexi-Bar pysty- ja vaakatasossa (LIITE 1. harj. 1a ja 2b)

8 POHDINTA

Opinnäytetyömme tarkoituksena oli kartoittaa tietämystä värinäharjoittelusta ja Flexi-Barista harjoitusvälineenä. Totesimme, että Flexi-Bar-harjoittelulla on kiinnostavia ja osittain jo tutkittujakin käyttömahdollisuuksia fysioterapiassa. Flexi-Bar on hyvä lisä terapeuttisen harjoittelun välinevalikoimaan. Harjoitusvälineenä se on kuitenkin haastava ja sen käyttö edellyttää koordinaatiokykyä. Joillekin ihmisille heiluttamisen oppiminen voi olla vaikeaa ja fysioterapeutilta edellytetään taitoa opettaa oikeaa heilutustekniikkaa. Välineen käyttö ei poista ohjauksen tarvetta, mutta kun terapeutti katsoo, että asiakas hallitsee tekniikan, Flexi-Bar on hyvä väline myös kotiharjoitteluun.

Keskityimme työssämme erityisesti Flexi-Bar-harjoittelun mahdollisuuksiin vaikuttaa hartiaarenkaan stabiliteettiin. Aloitimme aiheeseen liittyvän materiaalin keräämisen innolla ja hyvissä ajoin, mutta aktiiviseen värähtelyharjoitteluun liittyvän aineiston löytäminen oli hankalaa. Vähitellen kun selvisi, että vastaavanlaista välineistä on tehty tutkimuksia, materiaalia alkoi kertyä. Yhteistyökumppanin löytäminen opinnäytteen työelämäyhteydeksi oli vaikeaa. Flexi-Bar on vielä uusi harjoitusväline Suomessa, joten emme löytäneet ketään, joka olisi uskaltanut lähteä mukaan tutkimukseen, jonka piti alun perin koskea rotator cuff -repeämän jälkeistä kuntoutusta. Kun yhteistyötahoa ei löytynyt, päätimme lähteä liikkeelle aihepiirin juurilta ja lähestyä harjoitusvälinettä kir-

jallisuuskatsauksen ja EMG-mittauksen näkökulmista. EMG-mittaus toteutui syyskuussa KuntoStadian tiloissa LL, ft Jouko Heiskasen avustuksella - Suurkiitos hänelle!

Mielenkiintomme kohdistuu juuri Flexi-Bariin, koska se on aktiiviseen värähtelyn tuottoon perustuvista harjoitusvälineistä tällä hetkellä eniten esillä Suomessa. Kuitenkin eniten tutkimuksia löytyy Bodybladesta. Vaikka Flexi-Bar, Staby, Propriomed ja Bodyblade värähtelevät suunnilleen samalla taajuudella ja niitä käytetään samanlaisiin tarkoituksiin, on Bodyblade muihin verrattuna erilainen: se on liuskan muotoinen, eikä se voi tehdä pyörivää liikettä. Tulevaisuudessa selvitettäväksi jää, minkä verran vastaavanlaisten harjoitusvälineiden vaikutukset eroavat toisistaan. Nyt voimme vain olettaa, että tutkimuksissa eri välineillä heiluttaen saadut tulokset ovat ainakin jonkin verran vertailukelpoisia keskenään.

Suurimmassa osassa löytämistämme tutkimuksista ongelmana oli tutkimustulosten puutteellinen kuvaus. Esimerkiksi Bodyblade-tutkimuksista (Lister ym. 2007 ja Rieger ym. 2003) on mahdoton päätellä, mihin suuntaan välinettä on heilutettu. Usein näyttäisi siltä, että heilutus tapahtuu päinvastaiseen suuntaan kuin Flexi-Barilla on totuttu heiluttamaan. Kuitenkin Bodybladen valmistajan sivuilla nähdään heilutettavan ”normaalisti” yläraajan suuntaisesti. Kun yläraajojen suuntaan nähden poikittainen heilutus aktivoi erityisesti keskivartaloa, voidaan epäillä että tutkimuksissa hartianseutu olisi mahdollisesti saavuttanut parempaakin aktivaatiota. Vastaavatko tutkimuksissa käytetyt liikkeet todella toisiaan, jää vain arvailujen varaan.

Aikaisempien tutkimusten puutteena on se, että harjoitteet on tehty vain pystyasennossa; omassa mittauksessamme saimme erinomaisia aktivaatiotasoja esim. nelinkontin ja vatsallaan harjoiteltaessa. Näistä alkuasennoista tarvitaan lisää kunnollisin menetelmin ja tarpeeksi suurilla otoksilla tehtyä tutkimusta. Lisäksi suurin osa vibraatiotutkimuksista on tehty paljon suuremmilla taajuuksilla (kymmeniä tai satoja hertsejä). Tutkijat ovat löytämässämme tutkimuksissa vain pohtineet sitä, saadaanko matalammilla taajuuksilla samat hyödyt ja toisaalta ovatko haittavaikutukset vähäisempiä. Myös vaikutusmekanismeja pitäisi tutkia niin kuin on tutkittu kokovartalovärähtelyssä.

Aktiiviseen värähtelyn tuottoon perustuvista välineistä tarvittaisiin tutkimuksia, joissa on tarpeeksi iso otos, riittävän pitkä seuranta sekä varmistettu harjoitusten oikea suoritustapa, ja että harjoitukset tehdään tarpeeksi tehokkaasti ja riittävän usein. Pitäisi myös löytää sopivampia mittareita, koska yleensä mittarina käytetystä isokineettisestä voiman

mittauksesta ei ole oikein saatu tuloksia, vaikka lihakset kyllä aktivoituvat hyvin harjoittelun aikana. Vaikuttaisiko harjoittelu enemmän muunlaisiin ominaisuuksiin?

Mielenkiintoinen tutkimuksen aihe olisi lihasten koaktivaatio Flexi-Bar-harjoittelun aikana, sillä silmämääräisesti näyttäisi siltä, että lapaluu on stabiili heiluttaessa Flexi-Baria. Olisi myös mielenkiintoista tietää, miten epävakaa harjoittelualusta vaikuttaa esimerkiksi keskivartalon ja hartiarenkaan lihasten aktivoitumiseen Flexi-Barilla harjoiteltaessa. Voidaan olettaa, että syvät kaulan lihakset myös aktivoituvat Flexi-Bar-harjoittelun avulla ja toivoisimme tulevaisuudessa näkevämme esimerkiksi neula-EMG-mittaukseen perustuvan tutkimuksen aiheesta.

Tässä työssä mainittujen harjoitteiden lisäksi testasimme EMG:llä muitakin harjoitteita, mutta niissä ei ollut mittaushetkellä todettavissa juurikaan aktiviteettia, ainakaan näillä koehenkilöillä. Molemmiin käsiin edessä alhaalla tehtävässä harjoituksessa (LIITE 1. harj. 12) juuri mikään lihas ei aktivoitu edes kesinkertaisesti. Se on Riegerin ym. (2003:980) mukaan kuitenkin hyvä totutteluharjoitus aloittelevalle Flexi-Barin käyttäjälle.

Kun valitaan asiakkaalle harjoitteita, joiden tavoitteena on stabiliteetin kannalta tärkeiden lihasten aktivoiminen, ehdottaisimme tuloksissa mainittuja neljää harjoitusta (LIITE 1. harj. 1b ja c, 7 ja 8, 14a ja 15a). Siitä, millaisia harjoitusvaikutuksia näillä liikkeillä on pidemmällä tähtäimellä, ei voida vielä sanoa mitään varmaa, sillä siitä tarvittaisiin seurantatutkimusta suurilla otoksilla. Suosittelemme Flexi-Bar-harjoittelua käytettäväksi osana muuta stabiliteettiharjoittelua. Olkapään osalta tarvitaan lisäksi esimerkiksi suljetun kineettisen ketjun harjoitteita.

Opinnäytetyön tekeminen on ollut haastavaa. Erityisesti taustatiedon kerääminen värttelyn osalta oli opettavaista, sillä luonteeltaan se on hyvin monitieteinen ja monimutkainen aihe. Olemme joutuneet ottamaan selvää asioista, jotka eivät varsinaisesti liity omaan alaamme, mutta jotka ovat olleet välttämättömiä ilmiön ymmärtämiseksi. Tällaiseen tekstiin liittyy myös paljon tietoa ja termejä, joita on vaikeaa kääntää asiaa tuntematta suomeksi niin, että ne varmasti tarkoittaisivat samaa asiaa. Toisaalta asioihin perehtyessä avautuu sivupolkuja ja tarkentuvat monet omankin alan asiat, kun joutuu avaamaan termejä ja muita ”pikkuseikkoja” asioita tieteellisesti perustellessa. Muuttamaan lauseeseen tiivistäminen pakottaa kaivamaan asiasta ytimen, mikä helpottaa ym-

märtämistä, toisaalta pelottaa oman tulkinnan erheet mm. vierailla kielillä tehtyjä materiaaleja kääntäessä ja vieraisiin asioihin perehtyessä.

Opinnäytetyöprosessin aikana olemme oppineet kriittisemmiksi tutkimusten lukijoiksi. Vaikka tutkimus olisi julkaistu suhteellisen arvostetussa julkaisussa, aiheesta josta ei vielä ole paljon tietoa voidaan julkaista ns. pilottitutkimuksia. Tällaiset tutkimukset eivät välttämättä täytä hyvän tutkimuksen kriteereitä, mutta tuovat asiaa esille ja herättävät jatkotutkimusten aiheita. Opinnäytetyötä tehdessä oppi lukemaan myös omaa tai parin tuottamaa tekstiä sanatarkasti ja kriittisesti.

Jos nyt tekisimme työmme uudestaan, niin suunnittelisimme EMG-mittauksen paremmin. Mittaushetken koittaessa yllättäen meillä ei ollut aikaa valmistella mittausta vaan piti tehdä mitä mieleen tuli. Toisella mittauskerralla olimme jo paljon systemaattisempia mitattaessa, mutta sekin mittaushetki tuli eteen yllättäen. Esimerkiksi tulosten tulkitseminen olisi ollut helpompaa, jos olisimme etukäteen suunnitelleet järjestyksen mitattavista harjoitteista. Jos olisi ollut mahdollista, molemmat mittaukset olisi tehty samoilla asetteluilla ja samoilla liikkeillä, nyt oli vaan tehtävä mitä nopeasti mieleen tuli aikatauluista johtuen. Mittausten tekeminen oli silti todella opettavaista, ja jos (toivottavastikin) EMG:n käyttö tulevaisuudessa fysioterapiassa lisääntyy, meillä on ainakin perusvalmiudet siihen. Kun halutaan opettaa asiakkaalle tiettyjen lihasten aktivoimista, voidaan EMG:ta käyttää biopalautteen menetelmänä. Asiakas voi seurata kuvaruudulta lihasten aktivoitumista ja opetella asentotunnon avulla tunnistamaan milloin lihas aktivoituu ja milloin liikkeet on suoritettu oikein.

Välineiden myyjien olisi suotavaa esitellä sivuillaan esimerkiksi linkkejä tutkittuun tietoon, eikä vaan esittää väittämiä. Kun ilmeisesti pyritään saamaan välineitä vakiintumaan osaksi terapeutista käyttöä, eivät terapeutit voi käyttää menetelmää asiakkaallaan ilman tieteellistä näyttöä, ainoastaan suositella mutu-tuntumalla osaksi harjoittelua. Koska ainakin maahantuojaan pyrkimys on, että Flexi-Baria käytettäisiin enemmän fysioterapian välineenä, eikä vain yksilö- ja ryhmäliikunnassa, täytyy vähitellen alkaa löytyä perusteluita sille, miten harjoittelu vaikuttaa - myös pidemmällä aikavälillä. Fysioterapeutin työ perustuu parhaaseen saatavilla olevaan tietoon. Fysioterapian perustana on fysioterapiatiede, jossa sovelletaan monen tieteenalan tutkimustietoa. Olisi sääli, jos Flexi-Bar jää hyödyntämättä fysioterapiassa tieteellisen tutkimustiedon puutteen vuoksi, kun sen käytöstä on kuitenkin niin hyviä käytännön kokemuksia - erityisesti

olkapään kuntoutuksessa. Flexi-Barilla harjoittelu on sinänsä lupaavaa, koska se aktivoi tehokkaasti lapaluun asentoon ja ryhtiin vaikuttavia lihaksia, jotka ovat usein instabiliteetin takana.

LÄHTEET

- Alloplast. 2006a. Flexi-Bar. Historia. Verkkodokumentti. Päivitetty 9.10.2007.
<http://www.flexi-bar.fi/AlloPlast%20nettisivut%2020112005_tiedostot/Page2054.htm>. Luettu 30.10.2007.
- Alloplast. 2006b. Peruskurssi. 18.11.2006.
- Alloplast. 2007. Aktiivinen kuntoutus. Koulutusmateriaali. 12.1.2007.
- Bodyblade. 2007a. History. Verkkodokumentti. Päivitetty 30.10.2007. <http://www.bodyblade.com/index.cfm?page=why_history>. Luettu 30.10.2007.
- Bodyblade. 2007b. Bodyblade for Rehab. Verkkodokumentti. Päivitetty 30.10.2007. <http://www.bodyblade.com/index.cfm?page=compare_rehab>. Luettu 30.10.2007.
- Bosco, C - Colli R, Introini E, Cardinale M, Tsarpela O, Madella A, Tihanyi J, Viru A. 1999: Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. Verkkodokumentti. Päivitetty 10.8.2007. <http://www.movinhealth.com/files/1650608/uploaded/Bosco_2.pdf>. Luettu 23.8.2007.
- Bosco, Carmelo – Cardinale, Marco – Tsarpela, Olga 1998: Influence of vibration on mechanical power and electromyogram activity in human arm flexor muscles. Eur J Appl Physiol (1999) 79: 306-311.
- Brown, David 2002: Muscle: The ultimate force generator in the body. Teoksessa Neumann, Donald: Kinesiology of the musculoskeletal system. Foundations for physical rehabilitation. St. Louis Missouri: Mosby. 41-55.
- Bärwinkel, Marco – Hoffmann, Tobias 2005: Spezifische Aktivierung der Arm- Schulter- und Rumpfmuskulatur bei der Anwendung von Übungen mit dem FLEXI-BAR®. Diplomarbeit. Universität Leipzig. Sportwissenschaftliche Fakultät. Institut für Bewegungs- und Trainingswissenschaften der Sportarten.
- Casonato, Oscar – Musarra, Frank – Frosi, Guido – Testa, Marco 2003: The role of therapeutic exercise in the conflicting and unstable shoulder. Physical Therapy Reviews 2003;8:69-84.
- Ellenbecker, Todd 2006: Shoulder rehabilitation. Non-Operative Treatment. New York: Thieme.
- Ginn, Karen 2003: The Shoulder. Functional anatomy and assessment. Teoksessa Prosser, Rosemary – Conolly, Bruce: Rehabilitation of the Hand & Upper Limb. Edinburgh: Butterworth-Heinemann. 236-241.

Grevinda. Verkkokauppa. Päivitetty 20.10.2006

<<http://www.grevinga.de/shop/images/katalog/2009908.jpeg>>. Luettu 5.10.2007.

Griffin, M. J. 1990: Handbook of human vibration. Academic Press: London.

Haas, C – Turbanski, S – Kaiser, I – Schmidbleicher, D 2004: Biomekanische und physiologische Effekte mechanischer Schwingungsreize beim Menschen. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin. Jahrgang 55 nr. 2 (2004) s. 34-43.

Hayes, Kimberley – Callanan, Mary – Walton, Judie – Paxinos, Anatasios – Murrell, George 2002: Shoulder Instability: Management and Rehabilitation. Journal of Orthopaedic Sports Physical Therapy. 2002;32:497-509.

Heliövaara, Markku – Viikari-Juntura, Eira – Alaranta, Hannu 2003: Tuki- ja liikuntaelämistön sairauksien ja vammojen epidemiologia ja ehkäisy. Teoksessa Alaranta, Hannu - Pohjolainen, Timo – Salminen, Jouko – Viikari-Juntura, Eira (toim.) 2003: Fysiatría. 26-42. Jyväskylä: Duodecim.

Hertling, Darlene – Kessler, Randolph 2006: Management of Common Musculoskeletal Disorders. Physical Therapy Principles and Methods. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

Hess, Sally Anne 2000: Functional stability of the glenohumeral joint. Manual therapy 2000;5(2):63-71.

Häkkinen, Keijo – Mäkelä, Jarmo – Mero, Antti 2004: Voima. Teoksessa Mero, Antti, Nummela, Ari – Keskinen, Kari –Häkkinen Keijo (toim.): Urheiluvalmennus. Lahti: VK – Kustannus Oy. 251-292.

Immonen, Niina 2007: Vartalon syvien lihasten harjoittelu Flexi-Barin avulla. Nikama (1). 6-7.

ISI – International Statistical Institute. Glossary of statistical terms. Verkkodokumentti. Päivitetty 29.3.2007. <<http://isi.cbs.nl/glossary/term2381.htm>>. Luettu 14.8.2007.

Kassenböhmer, Magdalena 2005: Auswirkung eines Trainingsprogrammes mit einem oszillierenden Trainingsgerät auf das Kraftniveau und die propriozeptiven Eigenschaften im Schulterbereich. Untersuchung am Beispiel der Schlagbewegung im Volleyball. Diplomarbeit im Diplomstudiengang Sportwissenschaft der Technischen Universität München.

Kiiski, Juha – Koivusalo, Saila – Sievänen, Harri 2007: Tärinäharjoittelu – haitallista, humpuukia vai hyödyllistä? Yleiskatsaus. Suomen Lääkärilehti 62 (2007) 17: 1735-1739.

Kisner, Carolyn - Colby, Lynn Allen 1996: Therapeutic Exercise: Foundations and Techniques. F. A. Davis Company. 3.

- Kuukkanen, Tiina 2000: Therapeutic exercise programs and subjects with low back pain. A controlled study of changes in function, activity and participation. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto.
- Lister, Jennifer L. - Del Rossi, Gianluca – Ma, Fangchao - Stoutenberg; Mark – Adams, Jessica B. – Tobkin, Sara – Signorile, Joseph F. 2007: Scapular Stabilizer Activity During Bodyblade, Cuff Weights, and Thera-Band Use. *Journal of Sport Rehabilitation* 16 (1). 50-67.
- Mero, Antti – Nummela, Ari – Keskinen, Kari 1997: Nykyaikainen urheiluvalmennus. Jyväskylä: Mero Oy.
- Metsämuuronen, Jari 2006: Laadullisen tutkimuksen käsikirja. Helsinki: International Methelp oy.
- Moreside, Janice M. – Vera-Garcia, Francisco J. – McGill, Stuart M. 2007: Trunk Muscle Activation Patterns, Lumbar Compressive Forces, and Spine Stability when Using the Bodyblade. *Physical Therapy* 87 (2). 1-11.
- Mottram, Sarah 1997: Dynamic stability of the scapula. *Manual Therapy* 1997: 2(3), 123-131.
- Myers, Joseph – Wassinger, Craig – Lephart, Scott 2006: Sensorimotor contribution to shoulder stability: Effect of injury and rehabilitation. *Manual Therapy* 11 (2006)197-201.
- Neumann, Donald 2002: Kinesiology of the musculoskeletal system. Foundations for Physical Rehabilitation. St. Louis: Mosby.
- OPTP - Orthopedic Physical Therapy Products. Verkkokauppa. B.O.I.N.G. - Body Oscillation Integrates Neuromuscular Gain. < <http://optp.com/index.cfm/pageid/226> >. Luettu 7.9.2007.
- Parviainen, Ulla – Alanko, Martti 2007: Hartiarenkaan terapeuttinen harjoittelu. Luentomateriaali. Helsinki. 6.11.2007.
- Reinold, Michael – Macrina, Leonard – Wilk, Kevin – Andrews, James 2006: Rehabilitation of Micro-Instability. Teoksessa Ellenbecker, Todd 2006: Shoulder Rehabilitation. Non-Operative treatment. New York: Thieme. 23-38.
- Richardson, Carolyn – Hides, Julie 2005: Lumbo-pelvisen alueen jäykkyys kuormituksen välittymisessä. Teoksessa Richardson, Carolyn – Hodges, Paul – Hides, Julie: Terapeuttinen harjoittelu ja keskivartalon hallinta. Motorisen kontrollin näkökulma alaselkävivun hoidossa ja enaltaehkäisyssä. 77-92.
- Rieger, Jochen - Heitkamp, H – Horstmann, T 2003: Die wirkung eines oszillierenden Muskel-Trainingsgeräts auf Rumpf und obere Extremität. *Zeitschrift für Physiotherapeuten* 55 (2003) 6 : 976-981
- Rousi, Timo 1999: Olkapään kiputilojen hoito-ohjelma. Kanta-Hämeen sairaanhoitopiiri. 29.1.1999.

- Sahrmann, Shirley 2002: *Diagnosis and Treatment of Movement Impairment Syndromes*. St. Louis: Mosby.
- Salanterä, Sanna – Hupli, Maija 2003: Tutkitun tiedon hankinta ja arviointi. Teoksessa Lauri, Sirkka (toim.): *Näyttöön perustuva hoitotyö*. Helsinki. WSOY. 21-39.
- Sandström, Marita - Jaakkola, Riitta 2004: *Vibraatio ja sen käyttömahdollisuudet*. Päivitetty 19.6.2006. <<http://mahdollisuuslapselle.com/liitteet/vibraatio.pdf>>. Luettu 24.8.2007.
- Saresvaara, Marjut – Ojala, Birgitta 2000: *Nivelten ja lihasten fysioterapia. Trigger-kivut ja toiminnallinen anatomia. 3. muuttumaton painos*. Jyväskylä: Gummerus.
- Schmidt-Wiethoff, Rüdiger – Rapp, W – Schneider, T – Haas, H – Steinbrück, K – Gollhofer, A 2000: Funktionelle Schulterprobleme und Muskelimbancen beim Leistungssportler mit Überkopfbelastung. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*. 51 (10) 2000. 327-335.
- Schmitt, Laura - Snyder-Mackler, Lynn 1999: Role of scapular stabilizers in Etiology and Treatment of Impingement Syndrome. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 1999;29(1):31-38.
- Schulte, Robert A. – Warner, Cory 2001: Oscillatory devices accelerate proprioception training. *BioMechanics*. May 2001. Bodyblade. Articles & Research. Verkkodokumentti. Päivitetty <http://www.bodyblade.com/index.cfm?page=articles_Oscillatory>. Luettu 7.9.2007.
- Sport-Tec. Propriomed. Verkkokauppa. Päivitetty 3.8.2005. <<http://www.propriomed.de/>>. Luettu 3.11.2007.
- Staby. 2007a. Verkkodokumentti. Päivitetty 26.8.2007. <<http://www.staby.de/en/fitness-equipment/staby.htm>>. Luettu 30.10.2007.
- Staby - Pressematerial. 2007b. Päivitetty 26.8.2007. <<http://www.staby.de/fitness/presse/bildmaterial/staby-produkte/staby-complete-evolution.jpg>>. Luettu 3.11.2007.
- Sugimoto, Daisuke - Blanpied, Peter 2006: Flexible Foil Exercise and Shoulder Internal and External Rotation Strength. *Journal of Athletic Training*. 2006; 41(3): 280–285. Verkkodokumentti. Päivitetty 24.8.2007. <<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1569560>>. Luettu 24.8.2007.
- The Orthopedic Center of St. Louis. Shoulder Anatomy. Verkkodokumentti. Päivitetty 11.10.2007. <<http://www.toc-stl.com/info/shoulder.htm>>. Luettu 11.11.2007.

- Torvinen, Salla 2003 : Effect of whole body vibration on muscular performance, balance, and bone. Verkkodokumentti. Päivitetty 20.1.2003.
<<http://acta.uta.fi/pdf/951-44-5564-9.pdf> >. Luettu 30.5.2007.
- Turun yliopisto. Opiskeluohjeita. Miten teen kirjallisuuskatsauksen? Luettu 27.8.2007.
<http://vanha.hum.utu.fi/satakunta/digi/kirjallisuuskatsaus.html>
- Vastamäki, Martti 2003: Kipeä olkapää. Duodecim 2003; 119(20):1987-1993.
- Viikari-Juntura, Eira - Vasenius, Jarkko – Björkenheim, Jan-Magnus 2003: Olkapään sairaudet. Teoksessa Alaranta, Hannu – Pohjolainen, Timo – Salminen, Jouko – Viikari-Juntura, Eira (toim.): Fysiatría. Jyväskylä: Duodecim. 120-127.
- Wilk, Kevin – Arrigo, Christopher – Andrews, James 1997: Current Concepts: The Stabilizing Structures of the Glenohumeral Joint. JOSPT vol. 25.n.6 june 1997. 364-377.
- Winter, David 2005: Biomechanics and motor control of human movement. 3. painos. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

OLKANIVELEN FLEKSIO 90°**1 (10)**

1a) Asento:
Olkanivel 90°
fleksiossa, Flexi-Bar
pystyssä
Heilutus:
Yhdellä kädellä
eteen-taakse
-suunnassa



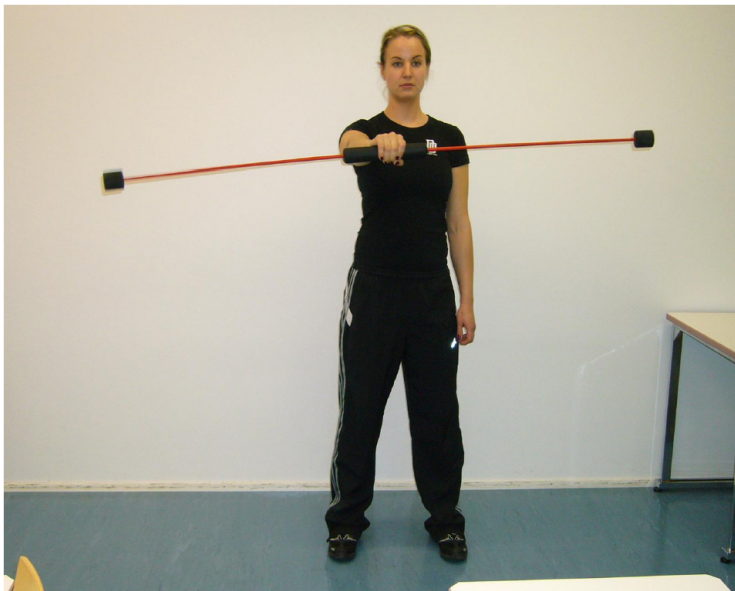
1b) Asento:
Olkanivel 90°
fleksiossa
ja kurkotettuna
eteenpäin (push-up
with plus), Flexi-Bar
pystyssä
Heilutus:
Yhdellä kädellä
eteen-taakse -
suunnassa



1c) Asento:
Olkanivel 90°
fleksiossa ja
horisontaalisesti
lähennettynä,
Flexi-Bar pystyssä
Heilutus:
Yhdellä kädellä,
käden suuntaisesti
etuviistoon



2a) Asento:
Olkanivel 90°
fleksiossa, ulkokierrossa
Flexi-Bar horisontaalisesti
Heilutus:
Yhdellä kädellä, käsivarren
suuntaisesti



2b) Asento:
Olkanivel 90°
fleksiossa, sisäkierrossa
Flexi-Bar horisontaalisesti
Heilutus:
Yhdellä kädellä, käsivarren
suuntaisesti



3) Asento:
Olkanivel 90°
fleksiossa, Flexi-Bar
pystyssä
Heilutus:
Kaksin käsin eteen-taakse
-suunnassa



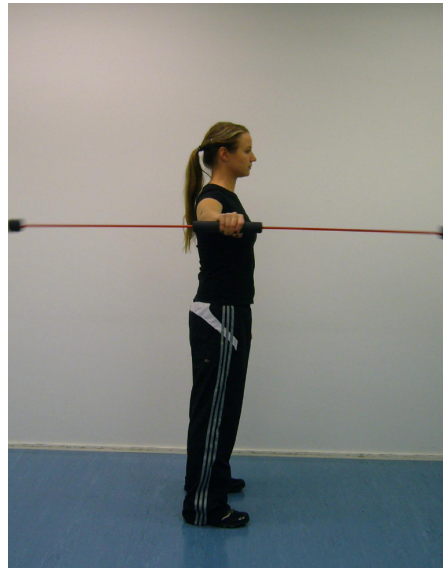
4a) Asento:
Olkanivel 90°
fleksiossa,
Flexi-Bar horisontaalisesti
Heilutus:
Kaksin käsin eteen-taakse-suunnassa



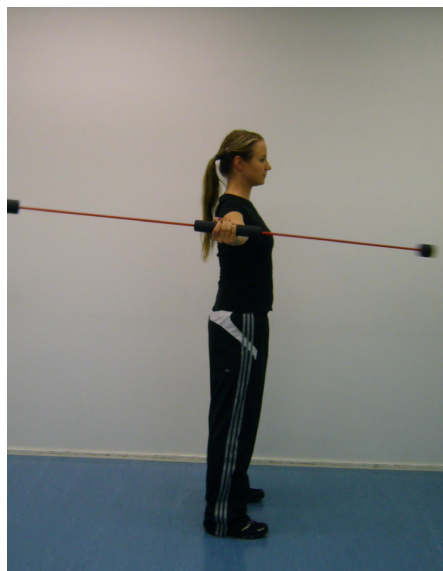
4b) Asento:
Olkanivel 90°
fleksiossa,
Flexi-Bar horisontaalisesti
Heilutus:
Kaksin käsin ylös-alas-suunnassa



5) Asento:
Olkanivel 90°
abduktiossa,
Flexi-Bar
pystysuuntaisesti
Heilutus:
Yhdellä kädellä, käsivarren
suuntaisesti vasen-oikea-
suunnassa



6a) Asento:
Olkanivel 90°
abduktiossa, sisäkierrossa
Heilutus:
Yhdellä kädellä, käsivarren
suuntaisesti vasen-oikea-
suunnassa



6b) Asento:
Olkanivel 90°
abduktiossa, ulkokierrossa
Heilutus:
Yhdellä kädellä, käsivarren
suuntaisesti vasen-oikea-
suunnassa



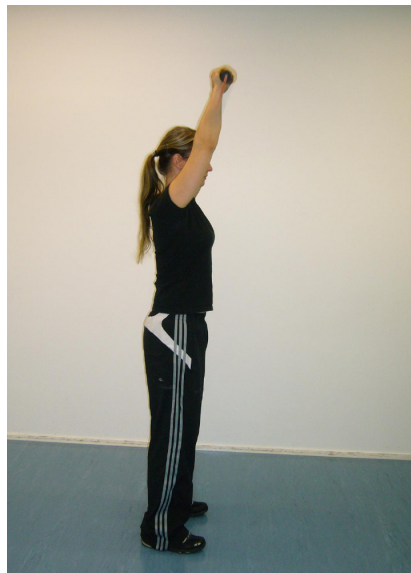
7) Asento:
Kädet ylhäällä, Flexi-Bar horisontaalisesti frontaalitasossa
Heilutus:
Kahdella kädellä, käsivarsien suuntaisesti ylös-alas



8) Asento:
Kädet ylhäällä, Flexi-Bar horisontaalisesti sagittaalitasossa
Heilutus:
Kahdella kädellä, käsivarsien suuntaisesti ylös-alas



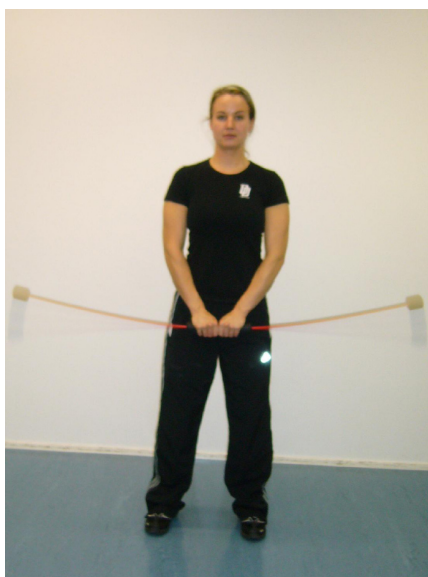
9) Asento:
Käsi ylhäällä
fleksiossa, Flexi-Bar
horisontaalisesti
sagittaalitasossa
Heilutus:
Yhdellä kädellä,
käsivarren suuntaisesti
ylös-alas



10) Asento:
Käsi ylhäällä, Flexi-
Bar horisontaalisesti
frontaalitasossa
Heilutus:
Yhdellä kädellä,
käsivarren suuntaisesti
ylös-alas



11) Asento:
Käsi kyljen vieressä
alaspäin.
Heilutus:
Yhdellä kädellä vasenoikea-
suunnassa.



12) Asento:
Kädet alhaalla vartalon
edessä
Heilutus:
Kaksin käsin ylös-alas-
suunnassa.

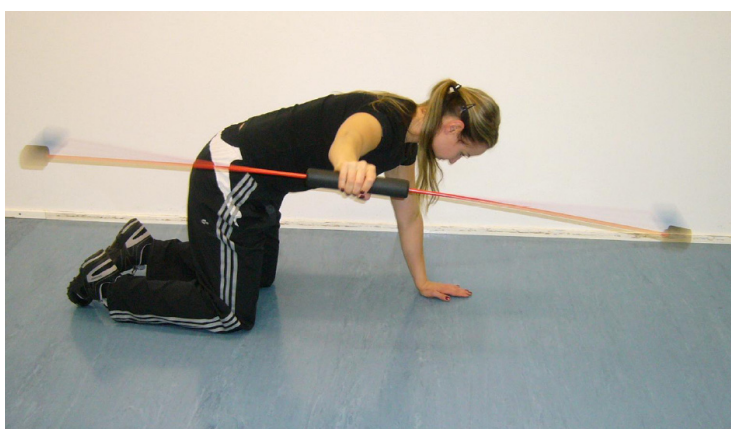
OLKANIVELEN EKSTENSIO



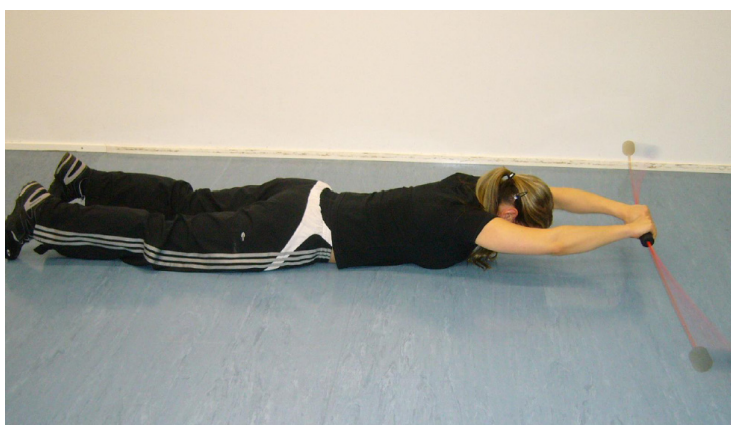
13) Asento:
Käsi ojentuu
taakse n. 40°,
Heilutus:
Yhdellä kädellä
käsivarren suuntaisesti



14a) Asento:
Konttausasennossa, käsivarsi
vartalon jatkona
Heilutus:
Yhdellä kädellä eteen-taakse
(käsivarren suuntaisesti)



14b) Asento:
Konttausasennossa, käsivarsi
sivulle ojennettuna
Heilutus:
Yhdellä kädellä, vasen-oikea –
suunnassa (käsivarren
suuntaisesti)



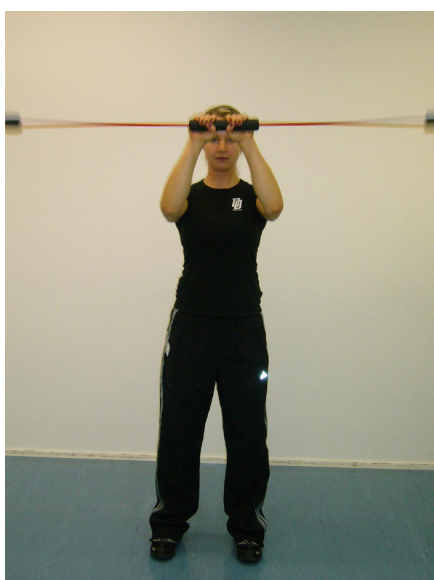
15a) Asento:
Päinmakuulla, käsivarret
ojennettuna vartalon jatkoksi
pään sivuille
Heilutus:
Kaksin käsin, lattian ja käsivarsien
suuntaisesti



15b) Asento:
Päinmakuulla, käsivarret ojennettuna
selän taakse
Heilutus:
Kaksin käsin, käsivarsien suuntaisesti



16a) Asento:
Olkanivel 90°
fleksiossa,
kynärnivel 90°
fleksiossa
ulkokierrossa
Heilutus:
Kaksin käsin
ylös-alas-suunnassa



16b) Asento:
Olkanivel 90°
fleksiossa,
kynärnivel 90°
fleksiossa
sisäkierrossa
Heilutus:
Kaksin käsin
ylös-alassuunnassa



17) Asento:
Kynärnivel 90°
fleksiossa
ulkokierrossa
Heilutus:
Kaksin käsin eteentaakse-
suunnassa



18a) Asento:
Kynärnivel 90°
fleksiossa
Heilutus:
Kaksin käsin eteen-taakse-
suunnassa



18b) Asento:
Kynärnivel 90°
fleksiossa
Heilutus:
Kaksin käsin medio-late-
raalisesti